



**Edgar Miguel Pereira  
Lopes**

**A metodologia Kaizen aplicada ao processo de  
fabrico da empresa Oliveira & Irmão, S.A.**



**Edgar Miguel Pereira  
Lopes**

**A metodologia Kaizen aplicada ao processo de  
fabrico da empresa Oliveira & Irmão, S.A.**

Relatório de projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica da Doutora Leonor da Conceição Teixeira, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro e do Mestre Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes, Assistente do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, da Universidade de Aveiro.



## **o júri**

presidente

Prof<sup>a</sup>. Doutora Maria João Machado Pires da Rosa  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof<sup>a</sup>. Doutora Patrícia Helena Ferreira Lopes Moura Sá  
Professora Auxiliar da Universidade de Coimbra (arguente)

Prof<sup>a</sup>. Doutora Leonor da Conceição Teixeira  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro (orientadora)

Mestre Rui Jorge Ferreira Soares Borges Lopes  
Assistente da Universidade de Aveiro (co-orientador)

## **agradecimentos**

Dedico este trabalho aos meus pais, professores, amigos e colegas de trabalho que sempre me ajudaram e depositaram confiança na elaboração desta tese. Agradeço aos membros da empresa Oliveira & Irmão, SA, que me proporcionaram um estágio na área da produção, permitindo que se explorem as novas oportunidades na área da dinamização dos métodos produtivos. Agradeço igualmente aos departamentos envolvidos neste projecto, bem como aos intervenientes do projecto Kaizen na empresa.

Do mesmo modo agradeço ao meu Orientador Eng. Rui Miguel Oliveira que sempre se demonstrou disponível para me ajudar no âmbito deste projecto e facultou as ferramentas necessárias para a sua consolidação. Quero também agradecer aos orientadores de estágio, Doutora Leonor Teixeira e ao Mestre Rui Borges que contribuíram assiduamente para a finalização desta meta, tendo sempre o cuidado de me orientar e transparecer ideias bastante úteis para a sua finalização.

**palavras-chave**

Kaizen, Kanban, Gemba, Mizusumashi, Just In Time

**resumo**

O presente relatório de projecto descreve o trabalho desenvolvido no âmbito de um estágio curricular realizado na empresa Oliveira & Irmão, S.A. Foca essencialmente as fases de implementação dos conceitos associados à melhoria contínua e à utilização de metodologias *kaizen* na gestão da produção. Serão abordados os estágios para a implementação desta estratégia de melhoria contínua, tendo as mesmas sido fundamentadas com base numa revisão de literatura. Com a aplicação destes conceitos no contexto prático concluiu-se que o uso de ferramentas de melhoria contínua contribui positivamente para a redução de desperdícios num determinado processo produtivo.

**keywords**

Kaizen, Kanban, Gemba, Mizusumashi, Just In Time

**abstract**

This report describes the work developed during the internship undertaken at Oliveira & Irmão S.A. The work focuses mainly on the implementation stages of the continuous improvement and *kaizen* methodologies in the company's production environment. It will be examined the stages for the implementation of this methodologies taking into account the literature review. By applying these concepts in a practical context, it was concluded that the use of continuous improvement contributes positively to the reduction of waste in a given production process.

## Índice

Capítulo 1 – Introdução.....	1
1.1. A Empresa .....	1
1.2. Caracterização do local de intervenção .....	2
1.3. Contextualização do trabalho .....	3
1.4. Objectivos e estrutura do trabalho .....	5
Capítulo 2 – Conceitos associados à metodologia <i>Kaizen</i> .....	7
2.1. Meta-modelo <i>Kaizen</i> .....	7
2.2. Gestão da produção e fluxos.....	8
2.3. Implementação da metodologia <i>Kaizen</i> .....	9
2.3.1. <i>Kaizen</i> como chave de sucesso no Japão .....	9
2.3.2. Toyota Production System .....	10
2.3.3. Sistema de sugestão e pequenos lotes de produção .....	12
2.3.4. Relação entre <i>JIT</i> e qualidade .....	13
2.4. <i>Gemba</i> .....	14
2.5. Controlo de qualidade total ( <i>CQT</i> ) - metodologia <i>Kaizen</i> .....	15
2.6. Filosofia <i>Just-In-Time</i> na gestão de stocks .....	16
2.7. Definição de <i>Kanban</i> .....	27
2.7.1. Constituição de um cartão <i>kanban</i> .....	27
2.8. Sistema <i>MRP</i> – <i>Manufacturing Resource Planning</i> .....	31
2.8.1. Combinação das técnicas <i>MRP</i> e a metodologia <i>Just-In-Time</i> .....	32
2.8.2. Método de funcionamento da técnica <i>kanban</i> .....	33
2.8.3. Regras de funcionamento do sistema <i>Kanban</i> .....	33
2.9. Quadro de construção de lote .....	34
2.10. Dimensionamento das caixas <i>kanban</i> .....	36
2.10.1. Número de <i>kanbans</i> que devem existir em sistema.....	36
2.11. Método <i>Pull Flow</i> e a redução de desperdício.....	37
2.11.1. Vantagens do <i>Pull Flow</i> .....	38
2.12. <i>Lean Manufacturing</i> .....	39
Capítulo 3 - Implementação das metodologias de melhoria contínua .....	40
3.1. Estudo das cadências da linha e do <i>standard work</i> .....	40
3.2. Análise e melhoramento do <i>standard work</i> .....	41



3.3. Dimensionamento das caixas <i>kanban</i> .....	42
3.4. <i>Line design</i> .....	42
3.5. Análise de novas cadências e aplicação de melhorias <i>just-in-time</i> .....	44
3.5.1. Análise de layouts .....	44
3.5.2. Construção do bordo de linha.....	46
3.5.3. Projectar os bordos de linha .....	47
3.5.4. Minimização de tempos de <i>Setup</i> .....	50
3.5.6. Embalagem de autoclismos .....	52
3.5.7. Ergonomia como factor de qualidade.....	53
3.6. Estudo do circuito de abastecimento e o dimensionamento do supermercado.....	55
3.6.1. Estudo do circuito de abastecimento.....	56
3.6.2. Definição da zona de paletes .....	58
3.6.3. Melhoramento no abastecimento - fase intermédia da implementação <i>Kaizen</i> .....	58
3.6.4. Implementação do supermercado das torneiras.....	59
3.6.5. Estudo do tempo de ciclo do <i>mizusumashi</i> e normalização .....	60
3.6.6. Estudo de recolha do produto acabado .....	62
3.6.7. Sincronização da produção .....	63
3.6.8. Criação da fase intermédia de pedidos de abastecimento .....	64
3.7. Acompanhamento regular - Ciclo <i>PDCA</i> .....	65
3.7.1. Ciclos <i>PDCA/SDCA</i> .....	66
3.7.2. Normas de trabalho .....	67
3.7.3. Padronização .....	68
3.7.4. Estudo do Tempo Standard.....	69
Capítulo 4 - Análise e discussão dos resultados .....	70
4.1. Domínios TFM – Total <i>Flow Management</i> aplicados na empresa .....	72
4.1.1. Organização do armazém.....	73
4.1.2. Fornecimento de materiais externos .....	73
4.1.3. Planeamento da produção .....	74
4.1.4. Criação de Fluxo e eliminação de desperdício .....	75
4.1.5. Fornecimento de Materiais Internos .....	75
4.1.6. Planeamento da distribuição de encomendas.....	76
Capítulo 5 – Conclusão e trabalho futuro .....	77

5.1. Conclusão .....	77
5.2. Trabalho futuro .....	78
Referências Bibliográficas: .....	79
Anexos .....	81

## Figuras

Figura 1 - Células de produção de autoclismos exteriores. ....	3
Figura 2 - Meta-modelo <i>kaizen Management System</i> .....	7
Figura 3 - Programa <i>Izaro Yellow</i> . ....	21
Figura 4 - ficha de controlo de stocks usada como meio de identificação dos materiais. ....	26
Figura 5 - <i>Kanban</i> de movimentação usado na empresa Oliveira & Irmão. ....	28
Figura 6 - Método de passagem de informação antes do sistema <i>Kanban</i> . ....	29
Figura 7 - Quadro de nivelamento da produção. ....	29
Figura 8 - Indicação de componentes não-conformes. ....	30
Figura 9 - Quadro de construção de lote. ....	35
Figura 10 - Melhoramento do <i>standard work</i> . ....	41
Figura 11 - Fase do <i>line design</i> do bordo de linha. ....	43
Figura 12 - Plano de acções exemplificativo. ....	43
Figura 13 - Alteração do layout das máquinas 69 e 83. ....	45
Figura 14 - Abastecimento de material junto ao posto de trabalho. ....	45
Figura 15 - Postos de trabalho antes da implementação dos bordos de linha. ....	46
Figura 16 - Aspecto do local de trabalho, antes da implementação dos bordos de linha. ....	47
Figura 17 - Construção do Bordo de Linha. ....	48
Figura 18 - Ajustes ao Bordo de linha. ....	49
Figura 19 - Bordo de linha finalizado. ....	50
Figura 20 - Compatibilidade Molde / Máquina. ....	51
Figura 21 - Aspecto inicial da linha de embalagem de autoclismos exteriores. ....	52
Figura 22 - Zona de embalagem de autoclismos robotizado. ....	52
Figura 23 - Operadora a abastecer o seu local de trabalho. ....	55
Figura 24 - Supermercado das válvulas. ....	56
Figura 25 - Elaboração do standard do <i>mizusumashi</i> . ....	57
Figura 26 - Zona de abastecimento de paletes, antes e depois da implementação. ....	58
Figura 27 - Armazenamento das torneiras antes de haver supermercado. ....	59
Figura 28 - Supermercado das torneiras depois da intervenção <i>Kaizen</i> . ....	60
Figura 29 - Quadro de requisições de material. ....	64
Figura 30 - Ficha de requisição de material. ....	65
Figura 31 - Ciclo PDCA. ....	66
Figura 32 - Ciclo SDCA. ....	67
Figura 33 - Norma de trabalho para a chefe de linha dos autoclismos exteriores. ....	68

## Tabelas

Tabela 1 - Base de cálculo para o estudo do tempo de abastecimento das células de autoclismos exteriores. ....	61
Tabela 2 - Estudo de tempo de ciclo de máquina para recolha de produto acabado. ....	62
Tabela 3 - Cálculo do ciclo de <i>mizusumashi</i> para retirar o produto acabado .....	63
Tabela 4 - Ganhos de produtividade nos exteriores após a implementação <i>kaizen</i> . ....	71

## Capítulo 1 – Introdução

Com o crescente desenvolvimento dos mercados torna-se estritamente necessário que as empresas desenvolvam as suas competências e, acima de tudo, consigam responder de forma imediata e eficaz às exigências dos clientes e do mercado. Por conseguinte, para que uma empresa consiga fazer face a esta constante mudança, torna-se fundamental o desenvolvimento dos seus métodos de produção. Uma das metodologias que permite acompanhar estas necessidades é o *Kaizen*. O *Kaizen* é uma estratégia que tem sido implementada em empresas que adoptam medidas para *lean production*<sup>1</sup> e *Just-In-Time*. Esta metodologia trata de um processo contínuo de análise, tendo como principal objectivo a melhoria contínua. A metodologia *Kaizen* leva à implementação de um novo paradigma de organização do trabalho, focalizado na criação de fluxos de materiais e na fluidez de informação. No entanto, o *Kaizen* representa mais do que uma mudança de métodos de trabalho, sendo também uma nova cultura e uma nova forma de pensar dentro de uma empresa.

Este trabalho tem como pretensão a aplicação e validação de um conjunto de conceitos e métodos de trabalho que tendem a melhorar o processo de fabrico de um determinado produto, incidindo fundamentalmente na implementação de conceitos *kaizen* em linhas de produção da empresa Oliveira & Irmão, focando-se acima de tudo nas linhas de montagem de autoclismos exteriores e a sua envolvente. É uma nova etapa para a empresa, na medida em que tende a reestruturar os métodos de produção de forma a rentabilizar os recursos envolvidos no processo. Com a aplicação destas novas medidas pretende-se que a empresa evolua de forma positiva de modo a tornar-se mais competitiva no mercado emergente e que consiga superar as expectativas criadas em torno desta nova etapa.

### 1.1. A Empresa

Fundada em 1954, a empresa Oliveira & Irmão, S.A. veio a ganhar particular destaque na oferta de artigos sanitários para o sector da construção civil. No sentido de dar resposta às crescentes solicitações do mercado, num quadro de diversidade de produtos e de elevados padrões de qualidade, a empresa criou a sua primeira unidade industrial em 1981, especializando-se no fabrico de autoclismos em plástico e componentes para autoclismos cerâmicos.

O “*core business*” da empresa está directamente relacionado com o fabrico de autoclismos interiores e exteriores, bem como vários tipos de acessórios que complementam esta actividade.

---

<sup>1</sup> *Lean production* – filosofia de gestão empresarial que de forma autosustentada promove a participação de todos nos processos de melhoria contínua e na maximização do valor criado para todas as partes. Esta filosofia revoluciona a maneira como a organização pensa e se comporta. O acreditar na mudança e na melhoria contínua leva à aplicação correcta das práticas de *lean thinking* e sustenta a dinâmica e o processo de melhoria contínua.

Ultimamente tem vindo a aperfeiçoar e sofisticar os métodos de produção. De modo a garantir a qualidade dos seus produtos a empresa optou por desenvolver mecanismos de alta performance reduzindo o custo e aumentando a eficiência. Entre muitas outras ambições, esta empresa pretende implementar nas suas linhas de produção e em todo o seu sistema envolvente metodologias *just-in-time* que permitam a eliminação dos desperdícios e um aumento da qualidade dos seus produtos. Como suporte, optou por recorrer aos serviços de uma consultora de dimensão internacional: *Kaizen Institute*. Esta consultora aplica conceitos segundo a metodologia japonesa *Kaizen*.

## **1.2. Caracterização do local de intervenção**

O presente trabalho decorreu no âmbito de um estágio no departamento de produto acabado, em que são exercidas funções na área da gestão da produção, nomeadamente tratamento de planos de produção, gestão de produto acabado, gestão de recursos humanos relativos ao fluxo de trabalho, entre outros. Enquadra-se ainda neste estágio a responsabilidade pela gestão de 2 linhas de produção, nomeadamente a linha de produção de autoclismos interiores e a linha de produção das torneiras. A linha de produção de autoclismos interiores é constituída por 4 postos de trabalho que podem funcionar de modo independente ou então trabalhar em fluxo (2 a 2). É uma linha de produto acabado, em que, a partir desta fase o produto está em condições de ir para o cliente final. A designação de autoclismo interior deriva do facto do autoclismo ser montado dentro de uma parede e poder ficar oculto.

A produção de torneiras funciona basicamente com 8 células de produção, em que, cada uma é capaz de desenvolver inúmeros tipos de produto. Pode produzir torneiras para serem consumidas nas linhas de autoclismos existentes na fábrica, bem como funcionar como uma célula de produto acabado, tendo também a capacidade de embalar directamente as torneiras na célula, sempre que necessário. Trata-se de uma das secções mais importantes da fábrica, uma vez que todo o sistema depende do desempenho da produção destas células, por isso, neste trabalho, será dada ênfase a este sector. As torneiras são uma parte integrante dos autoclismos e têm como função o controlo do fluxo de entrada de água para o interior dos mesmos.

Este projecto tem permitido desempenhar funções na área da melhoria contínua e aplicação das metodologias *Kaizen* nas linhas de produção de autoclismos exteriores, bem como nas linhas que acompanham o seu funcionamento, uma vez que todo o processo está inteiramente relacionado. Esta tarefa exige conhecimentos na área da produção, mas também na área de logística, tendo como tal vindo a desempenhar também algumas funções na gestão de fluxo de materiais no sentido de aumentar a rentabilidade do projecto.

Deste modo surgiu a necessidade de melhorar a performance dos métodos produtivos em sectores estratégicos na empresa. Optou-se por implementar as metodologias da redução de desperdício em toda a empresa, mas em primeiro lugar nas áreas onde se iria rapidamente obter um retorno imediato das medidas tomadas. Como tal optou-se por melhorar o sector produtivo de montagem de autoclismos exteriores e torneiras, que era onde se iria rapidamente obter resultados mais satisfatórios na redução de custos. É neste âmbito que se pretende rentabilizar os

meios de produção e uniformizar métodos de trabalho que garantam o bom funcionamento de todo o processo produtivo.

### 1.3. Contextualização do trabalho

A implementação das metodologias têm sido efectuadas de modo progressivo, ou seja, apenas quando estas estiverem adoptadas numa determinada linha de produção é que se passará para o estudo das seguintes e é implementado nas restantes. Esta é uma consideração levada a cabo para se poder ter controlo sobre o processo. As células de autoclismos exteriores são denominadas segundo a máquina semi-automática que a constitui. Existem 5 células de produção, e cada uma possui uma máquina semi-automática de injeção que injecta os reservatórios dos autoclismos, sendo elas, as máquinas semi-automáticas 83, 69, 43, 35 e 48.

No caso em estudo optou-se por implementar este processo nas linhas de produção que continham as máquinas de injeção número 83 e 69, como se pode ver na figura 1, não só porque tinham essencialmente as condições necessárias para se aplicar as metodologias *Kaizen*, como também pelo facto de se tratar de duas linhas de produção que necessitavam rapidamente de uma maior rentabilidade.



Figura 1 - Células de produção de autoclismos exteriores.

Basicamente, a operar nestas máquinas semi-automáticas, temos 4 operadores no total, em que 2 executavam tarefas na montagem dos autoclismos a partir das máquinas de injeção e os outros 2 desempenhavam funções na embalagem do produto acabado e respectivamente no robot que forma as paletes, que é comum às duas linhas de produção. O abastecimento de material para estas linhas é feito através de requisições e o material é levado para a linha através

de abastecedores com empilhadores, não seguindo um princípio básico *kaizen*. Apenas se procedia ao pedido e sem nenhum mecanismo de suporte era repostado o material na linha através de contentores. Desta forma não havia qualquer tarefa que estivesse standardizada e normalizada. O material era levado em grandes quantidades para a linha, condicionando o processo de montagem. A produção era feita em massa, caso houvesse necessidade de trocar rapidamente de modelo de produção, não seria possível, uma vez que havia dependência do abastecimento de material. As tarefas desempenhadas não estavam normalizadas, e por vezes não se sabia ao certo quais as funções que cada operador teria de desempenhar. Sempre que se procedia a uma mudança de modelo, o material seria colocado numa zona de devoluções perto do posto de trabalho, mas demorava bastante tempo até que todo o material voltasse para armazém.

Face a esta situação, e na fase de estudos das cadências de linha, viu-se a possibilidade de reduzir o número de operadores destinados a esta actividade, melhorar os respectivos métodos de abastecimento de material à linha e, também, obter melhores resultados na gestão do próprio produto acabado. Como tal teve-se que atribuir novas e diferentes tarefas aos operadores e também redefinir tarefas a todos os possíveis intervenientes no processo. Deste modo procedeu-se ao levantamento de tempos das operações que alguns operadores estavam a praticar para verificar se era viável efectuar mudanças no método de trabalho que estava adoptado (ver anexo 17).

O que se pretende é, acima de tudo, implementar um diferente método de abastecimento, mais eficiente e mais prático. Ao rentabilizar este método de abastecimento, as tarefas que os operadores estavam a desempenhar poderiam ser regularizadas, e o novo método de abastecimento ser feito por um *mizusumashi*. O *mizusumashi* é um comboio que percorre vários pontos dentro da fábrica de modo a recolher material sequencialmente e a abastecer as diferentes linhas de produção, num tempo cíclico. Para se poder proceder a este novo tipo de abastecimento (que será feito num número reduzido de componentes, mas com um nível de reposição sequencial e elevado) teve-se que criar também bordos de linha que fossem simultaneamente propícios para proceder ao abastecimento e também às operações de montagem que o operador da célula teria que desempenhar. Consequentemente, ao implementar esta mudança na reposição de material, viu-se a necessidade de construir locais específicos para o armazenamento de material e regular o fluxo de produção através de cartões *kanban*. Uma vez melhorado o método de abastecimento, os operadores teriam mais tempo livre para a execução de outras tarefas.



## 1.4. Objectivos e estrutura do trabalho

O objectivo fundamental deste trabalho consiste em rentabilizar os métodos de produção que se tem à disposição, bem como eliminar desperdícios em linhas de produção de produto acabado de autoclismos exteriores. Pretende-se implementar o sistema de *Pull Flow*<sup>2</sup> na cadeia de produção. Como tal ir-se-á essencialmente fazer um tratamento de informação relativa à gestão da produção neste sector. Dado que o nível de encomendas deste tipo de produtos é variável, a intenção é rentabilizar o rendimento dos operadores, ou seja, fazer melhorias no sistema de modo a criar condições de se produzir as mesmas quantidades utilizando menos recursos humanos e logísticos. Basicamente pretende-se implementar condições que permitam responder rapidamente às diferentes oscilações da procura de forma a satisfazer as necessidades dos clientes.

Para tal, nesta primeira fase focou-se o trabalho na implementação da metodologia *kaizen* em apenas 2 linhas de produção, procedendo-se à redução do número de operadores que estavam afectos à montagem e embalagem. Foram também inseridos os métodos de produção segundo o sistema *Pull Flow*, nomeadamente a implementação do uso de cartões *kanban* que iriam regular os fluxos de produção. É de salientar que todo este processo exige conhecimentos a nível de produção e de logística, áreas que se encontram tipicamente interligadas com funcionamento de modo cooperativo (conforme se vê na literatura). Seguidamente, estas etapas foram alargadas às restantes linhas de autoclismos exteriores de modo a normalizar o sistema produtivo.

A produção de autoclismos exteriores conta sobretudo com 5 linhas de produção destinadas a este tipo de produto. Cada linha é capaz de desenvolver diferentes tipos de produto e tem que ter essencialmente a particularidade de conseguir ser rápida ao pedido de mudanças de produção. As técnicas usadas na montagem dos autoclismos são semelhantes, variando apenas nos modelos. Cada célula de trabalho possui uma máquina semi-automática de injeção que fornece à linha o reservatório do autoclismo. A partir dessa fase começa o processo produtivo, no qual os operadores têm de proceder à montagem de componentes e proceder à embalagem do mesmo.

Para levar a cabo os objectivos descritos, estruturou-se o trabalho em 5 capítulos. O capítulo 1 aborda de uma forma sucinta os objectivos da implementação das metodologias, contextualizando as medidas adoptadas. O objectivo é fazer o enquadramento do problema em causa.

O capítulo 2 faz referência à literatura que fundamenta os conceitos aplicados, pretendendo fazer uma abordagem às metodologias empregues no projecto. São confrontadas as ideologias de diferentes autores, bem como a experiência obtida durante o uso dessas metodologias na empresa Oliveira & Irmão. De uma forma prática tenta-se evidenciar os métodos

---

<sup>2</sup> *Produção em Pull ("Pull Flow") – Sistema de organização da produção e planeamento em que o consumo real dos clientes ordena a produção, privilegiando por isso as ordens reais em detrimento das previsões, levando a reduções de stock.*

de eliminação de desperdícios apresentando as melhorias e dificuldades encontradas durante a sua implementação.

O capítulo 3 reporta os métodos implementados na empresa e as etapas que se seguiram de modo a consolidar os mecanismos de melhoria contínua. A intenção é explicar os conceitos aplicados no contexto da empresa Oliveira & Irmão. O texto é enriquecido através da referência a conceitos que a literatura propõe.

No capítulo 4, apresentam-se os resultados finais. Será feito a referência à situação que antecedeu a implementação dos métodos de melhoria contínua e é reportado os resultados finais. Faz-se uma comparação entre os resultados obtidos após a implementação face ao cenário encontrado.

Por último, no capítulo 5, pretende-se divulgar as principais conclusões do trabalho e são dadas sugestões de melhoria para o caso de estudo em concreto.

## Capítulo 2 – Conceitos associados à metodologia *Kaizen*

Neste capítulo irá descrever-se alguns conceitos mais relevantes que têm importância no projecto desenvolvido, tais como, o meta-modelo *Kaizen*, a gestão da produção e fluxos, implementação da metodologia *Kaizen*, *gemba*, controlo de qualidade total, filosofia *just-in-time* na gestão de stocks, a definição de *kanban*, o sistema *MRP*, quadro de construção de lote, dimensionamento das caixas *kanban*, o sistema *Pull Flow* e a redução de desperdícios. Para além da explicação dos conceitos, faz-se também uma abordagem crítica aos mesmos, tendo em conta a experiência no domínio do problema.

### 2.1. Meta-modelo *Kaizen*

Segundo o *kaizen Institute* (2008), quem pratica o *Kaizen* possui um meta-modelo KMS (*kaizen Management System*) para atingir a excelência operacional, em que estão presentes quatro pilares técnicos de actuação (*Kaizen Institute*, 2008):

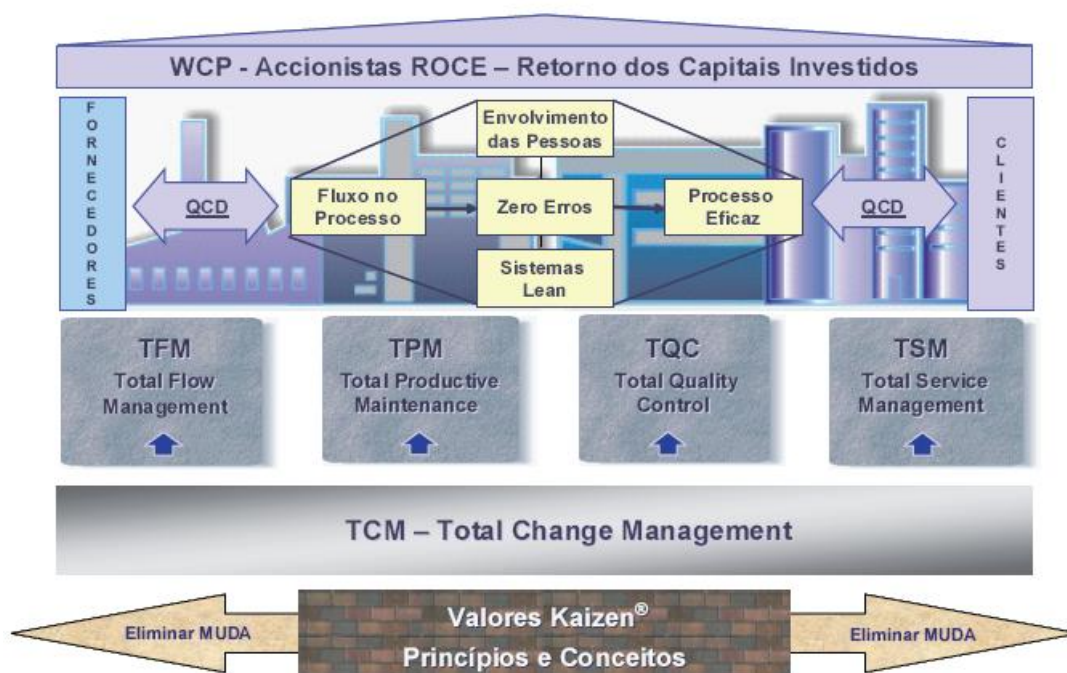


Figura 2 - Meta-modelo *kaizen Management System* (Adaptado de: *Kaizen Institute*, 2008)

- *Total Flow Management*

Com esta técnica, essencial do TPS – *Toyota Production System*, pretende-se que se consiga criar o fluxo na totalidade da cadeia de abastecimento. Nesta ferramenta a criação do

fluxo na produção, o fluxo na logística interna e o fluxo na logística externa são factores de enfoque.

- *Total Productive Maintenance*

Através desta ferramenta são utilizadas as técnicas essenciais da melhoria da eficiência de equipamentos e instalações, nomeadamente as melhorias focalizadas, manutenção autónoma, manutenção planeada e a instalação de novos equipamentos.

- *Total Quality Control*

No controlo da qualidade total recorre-se a técnicas essenciais da melhoria da qualidade através do modelo *Jidoka* do TPS (*Toyota Production System*), nomeadamente, resolução estruturada de problemas, standards de controlo da qualidade, qualidade autónoma e 6 *Sigma Green Belt*.

- *Total Service Management*

Esta ferramenta estrutura-se em patamares evolutivos e tem como intuito a eliminação de desperdício em áreas de suporte à produção, nomeadamente, na logística, compras, recursos humanos, etc. Cada vez mais o processo de identificação de desperdício se torna mais perspicaz e tendencialmente se caminha para um processo livre de desperdício.

A primeira fase desta ferramenta actua na organização básica do posto de trabalho. Nesta fase as condições de trabalho são melhoradas com resultados visíveis no comportamento dos colaboradores. Inicia-se então uma nova cultura no seio da equipa de trabalho. Com a conclusão desta fase, fica criado um clima de melhoria contínua e poder-se-á actuar nas seguintes fases, sendo elas a melhoria de tarefas, criação de fluxo no processo, gestão por objectivos e flexibilização das tarefas físicas e humanas.

## **2.2. Gestão da produção e fluxos**

Na gestão da produção constantemente fazemos referência à noção de fluxos. Segundo Courtois et al. (1997), os principais fluxos que interessam à gestão da produção podem ser designados como fluxos físicos e fluxos de informação. Os fluxos físicos dizem respeito ao aprovisionamento, circulação de matérias-primas, componentes, peças de substituição, subconjuntos, circulação, saída e distribuição de produtos acabados. Os fluxos de informação apontam sobretudo para o controlo das encomendas, ordens de fabrico, controlo dos dados técnicos, controlo das horas de mão-de-obra, horas máquina, consumos de materiais, devolução de materiais, entre outros.

A maior preocupação que se deve ter na gestão da produção é, acima de tudo, a satisfação dos clientes, o que de certo modo obriga a empresa a dominar os seus fluxos. Para tal é necessário simplificar os fluxos físicos, eliminando as operações que não geram valor e acelera-los, evitando as avarias nas máquinas, diminuindo os tempos de *setup*, melhorando a qualidade dos

seus produtos e desenvolvendo a polivalência dos operadores. Do mesmo modo criar também um sistema de informação de gestão da produção que seja coerente e objectivo, conseguido através de um diálogo permanente e de preparação (Courtois e tal. 1997).

## **2.3. Implementação da metodologia *Kaizen***

Segundo Imai (2001), a estratégia *kaizen* é o termo mais importante na gestão empresarial Japonesa, constituindo mesmo a chave do sucesso. *kaizen* em japonês significa a melhoria contínua dos meios. A melhoria implica um envolvimento de todos os trabalhadores e acima de tudo da gestão de topo. Esta filosofia envolve relativamente pouca despesa e requer que haja um constante acompanhamento.

O *kaizen* é tão praticado nas indústrias japonesas que por vezes nem os gestores e trabalhadores estão a pensar que estão a trabalhar segundo uma filosofia *kaizen*. A filosofia de vida dos trabalhadores japoneses está tão preenchida com esta filosofia, que desenvolvem mecanismos de melhoria contínua espontaneamente (Imai, 2001).

Segundo Miller (2008), uma empresa que adopta medidas *Kaizen* como guia, tem tendência a aumentar a eficiência global das operações. Através destas medidas, se olharmos para o tempo total que um determinado produto demora a ser produzido, de acordo com a mão-de-obra à disposição, rapidamente se determina a eficiência do processo e se conseguem eliminar desperdícios. As empresas sabem que a produção é impulsionada, quando há uma redução de desperdícios.

É também fundamental que os operadores trabalhem em equipa. A concorrência entre eles é importante no crescimento da produtividade, mas em geral, as sinergias e a cooperação para chegar a bons resultados também são importantes. Todos os operadores, incluindo a gestão de topo e as chefias intermédias devem trabalhar lado a lado para favorecer a produção e suavizar o fluxo de trabalho (Miller, 2008).

### **2.3.1. *Kaizen* como chave de sucesso no Japão**

Segundo Imai (2001), a essência da gestão japonesa está na melhoria da produtividade, em actividades de controlo da qualidade total (TQC) e envolvimento contínuo no controlo da qualidade. Estes termos podem ser denominados apenas por uma palavra, *kaizen*. O termo *kaizen* é usado para explicar palavras como zero defeitos, controlo da qualidade total, *kanban*, entre outros. Para os japoneses o termo *kaizen* representa várias palavras, e é chamado o conceito de “guarda-chuva”. A mentalidade japonesa está profundamente orientada no sentido de desenvolver estratégias que assegurem a melhoria contínua. A palavra *kaizen* é então o termo designado que aborda questões como:

- Orientação para o cliente;
- TQC (controlo de qualidade total);
- Robótica;
- Ciclos de controlo da qualidade;

- Sistema de sugestão;
- Automatização;
- Disciplina no local de trabalho;
- TPM (manutenção produtiva total);
- *Kanban*;
- Melhoria da qualidade;
- *Just-In-Time*;
- Zero defeitos;
- Pequenas actividades de grupo;
- Relações de gestão cooperativas;
- Melhoria da produtividade;
- Desenvolvimento de novos produtos.

Segundo Modarress *et al.* (2005), a maioria das empresas de produção têm grande interesse em transformar os seus sistemas convencionais em sistemas mais eficazes, sem desperdícios. As técnicas de *Lean Production* são totalmente opostas às abordagens tradicionais de produção, que são caracterizadas pelo uso de quantidades excessivas de materiais em stock. Através das práticas de produção baseada na redução de desperdícios, as empresas podem responder de forma mais rápida aos pedidos dos clientes, tornando-se esta ferramenta como uma fonte de vantagem competitiva. Com a eliminação dos desperdícios, consegue-se melhorar a qualidade do produto e caminhar para a ausência de defeitos.

### 2.3.2. Toyota Production System

Ohno foi o grande impulsionador do sistema moderno da Toyota. A Toyota foi a primeira empresa a receber o mais cobiçado prémio de controlo da qualidade, em 1966. Possui um sistema excepcional no controlo da qualidade sendo famosa pelo seu sistema de sugestão da produção. O sistema de produção *kanban* é amplamente aclamado como sendo superior ao sistema de produção em massa da Ford. O sistema *kanban* nasceu pela necessidade de se produzir pequenas quantidades de diversos produtos.

Deste modo, Ohno estava determinado a eliminar todas as formas de desperdícios. Para fazer isto, ele classificou os desperdícios decorrentes do processo de produção nas seguintes categorias:

- Produção em excesso/informação a mais;
- Pessoas à espera;
- Movimento de materiais/informação;
- Sobre-processamento;
- Inventário (espera de materiais/informação);
- Movimento de pessoas;
- Produção de defeitos/erros.

Estes são considerados os 7 Mudras da produção, e são os desperdícios que a maior parte das empresas visam superar para conseguir ultrapassar os obstáculos no paradigma da organização.

“Quando o cliente e o Fornecedor trabalham na eliminação dos *Mudas* partindo das linhas de montagem e em direcções convergentes, o resultado é a eliminação dos *Mudas* na totalidade da cadeia de Fornecimento” (ver anexo 13) (Kaizen, 2004).

Segundo Ohno (1988), para eliminar o problema dos resíduos, o sistema de produção era baseado em duas principais características estruturais: (1) o “*just-in-time*” e o conceito (2) *Jidoka*.

O conceito de “*just-in-time*” significa que o número exacto de unidades exigidas é trazido para cada uma das sucessivas fases da produção apenas no momento oportuno. Pôr em prática este conceito significa uma inversão do processo de pensar. Normalmente, as unidades são transportadas para a próxima etapa de produção logo que estejam prontas.

Ohno, porém, inverteu esta situação, de modo a que cada etapa fosse obrigada a voltar à etapa anterior como ferramenta de comunicação no âmbito desse sistema. Um *kanban* acompanha cada caixa de peças que vai para o posto de montagem. Uma vez que estas peças são canalizadas para a linha, conforme vão sendo necessárias, o *Kanban* pode ser devolvido após as peças serem usadas, tanto para servir como um registo do trabalho realizado como para uma nova ordem de pedido de peças.

Um *kanban* também coordena o fluxo de peças e componentes que vão para a linha de montagem, minimizando os processos. O sistema *kanban* é, portanto, apenas uma ferramenta utilizada no sistema de produção da Toyota.

Por outro lado, a característica estrutural básica do sistema de produção da Toyota é o *jidoka*. *Jidoka* é um termo aplicado às máquinas e concebido para parar automaticamente sempre que ocorra algum problema. Em todas as máquinas do sistema Toyota, cada vez que uma peça defeituosa é produzida, a máquina pára e todo o sistema é desligado.

Assim que o problema é detectado, deve ser feito um ajuste, para prevenir a ocorrência do mesmo erro. Ohno afirma que este aspecto tem trazido um avanço revolucionário no conceito de produção. O *Jidoka* permite que um operador tenha a cargo várias máquinas ao mesmo tempo, e assim, melhorar significativamente a sua produtividade (Ohno, 1988).

Segundo Imai (1986), o facto de os operadores, poderem supervisionar diversas máquinas de uma vez, conduz a uma expansão significativa das responsabilidades e competências do mesmo. Por outro lado, os operadores devem estar dispostos a desenvolver uma multiplicidade de competências. Esta abordagem proporciona também uma maior flexibilidade na configuração das máquinas e dos processos de produção. Este conceito tem sido alargado ao próprio manual de montagem do trabalho, onde o operador está habilitado a parar a linha sempre que ele encontre algo de errado. O sistema de Produção da Toyota está também orientado para manter um determinado fluxo de produção para diferentes unidades ao longo do ano, evitando deste modo picos de produção num determinado momento, como o fim do mês (Imai, 1986).

Assim como, se pretende implementar metodologias que dinamizem a base de produção da empresa, já há muitos anos a Toyota o tinha feito. Cada empresa deve de adoptar medidas de forma a rentabilizar os meios que tem à disposição. A base de funcionamento de produção da Toyota é a absoluta eliminação de resíduos. Os dois pilares necessários para sustentar este sistema são:

- *Just-in-time*;
- Automatização com intervenção humana.

Segundo Imai (1986), o sistema *just-in-time* que a Toyota adoptou tem como objectivo ter apenas na linha de montagem as peças necessárias, nas quantidades necessárias para determinada produção. Uma empresa que cria este fluxo em toda a abordagem consegue ter níveis de inventário zero. Do ponto de vista da gestão da produção, este é um estado ideal. No entanto, em produtos feitos com milhares de peças, como o sector automóvel, o número de processos envolvidos é enorme (Imai, 1986).

Obviamente, é difícil de aplicar *just-in-time* para o plano de produção de cada processo de uma forma distante. Se existir problemas com produtos defeituosos, problemas com o equipamento, absentismo, que normalmente acontecem e são imprevisíveis, vai provocar instabilidades no processo. Um problema no início do processo resulta sempre num produto defeituoso, no decorrer do processo. Isto irá parar a linha de produção ou alterar um plano que se tinha definido. Ao ignorar essas situações e apenas considerando o plano de produção para cada processo, iriam produzir-se peças sem que se tivesse que interferir no processo mais tarde.

Segundo a perspectiva de Ohno (1988), o facto de existirem sempre peças defeituosas e grandes stocks de peças que não foram necessárias, reduz a produtividade e a rentabilidade. Se não for feita uma correcção imediata, os operadores rapidamente produzem um grande número de peças defeituosas. Assim, para produzir utilizando o *just-in-time*, para que cada processo receba o item exacto necessário, quando é necessário, e na quantidade necessária, os métodos convencionais de gestão não funcionam bem. Nesta perspectiva Masaaki Imai pensou de forma inversa. Se os métodos convencionais fornecem os materiais de um processo anterior para um processo posterior, então e se apenas chegasse à linha aquilo que ela realmente tinha pedido e estava a necessitar? Desta forma surgiu a ideia de praticar o sistema *Pull Flow* de materiais (Ohno, 1988).

### **2.3.3. Sistema de sugestão e pequenos lotes de produção**

Schonberger (1982) afirma que as metodologias devem ser empregues segundo um nível de gestão de cima para baixo. Mas as sugestões deverão também ser provenientes de baixo para cima, uma vez que as melhores sugestões são geralmente de pessoas mais próximas do problema, ou seja, a nível operacional.

Pequenos lotes de produção são a chave para o *just-in-time* na produção. Pequenas dimensões são igualmente vitais para assegurar que sejam capturados defeitos mais cedo (Schonberger, 1982).

Na perspectiva de Wiley (1988), a melhoria da qualidade deve-se tanto à redução dos tempos de espera como da redução da dimensão dos lotes. Está estabelecido que quanto mais rápido for o arranque, melhor (melhor é o projecto e mais repetitiva é a operação). Há muito mais consistência do produto de lote para lote e dentro de cada lote. A produção decorre com menos sobressaltos e a qualidade é mais previsível.

Reduzindo as dimensões dos lotes diminui o custo potencial de uma recuperação ou de uma rejeição em resultado de defeitos não detectados senão depois do lote produzido. Os benefícios aumentam em progressão directa: sempre que a dimensão do lote se reduz a metade o custo de um defeito reduz-se também a metade (Wiley, 1988).



#### 2.3.4. Relação entre *JIT* e qualidade

Figueira (1992), afirma que, a qualidade não precisa do *Just In Time* para existir, o ambiente *Just In Time* reforça qualquer esforço de qualidade, tanto em termos filosóficos como práticos. Aquilo que o *Just In Time* fará para estabelecer o equilíbrio e o fluxo, eliminar o desperdício e assegurar o princípio da melhoria contínua, ajudará a empresa a atingir mais rapidamente um ambiente de qualidade total.

O motor tradicional da qualidade total tem sido: “Faça as coisas bem e à primeira”. Há agora uma grande preocupação de que tal não seja suficiente e as pessoas estão a modificar a frase para: “Faça as coisas certas, bem e à primeira”. É aqui que o *just-in-time* pode trazer uma contribuição significativa para a qualidade total – pela definição das coisas certas como as coisas que acrescentam valor.

A parte mais importante de um processo é também a fiabilidade do equipamento. As empresas que se envolvem num processo *JIT* verificam que as práticas de manutenção corrente não são suficientes. Muitas empresas procuram na manutenção preventiva a solução dos seus problemas de fiabilidade. Mas a manutenção preventiva é apenas uma parte daquilo que é necessário – a Manutenção Total do Processo (*MTP* em inglês: *TPM – Total Productive Maintenance*). O *JIT* obriga uma empresa a caminhar para a Manutenção Total do Processo a fim de criar um meio previsível do ponto de vista do equipamento.

Há 6 partes para uma Manutenção Total da Produção:

##### 1. Envolvimento do operador

O grau de envolvimento do operador na *MTP* é muito elevado. Implica que o operador se torne num sistema de alarme antecipado como que uma parte do sistema de prevenção. Implica que o operador seja responsável por uma maior intervenção nas operações de manutenção preventiva, tais como a limpeza e a lubrificação. Implica que o operador faça parte do processo de decisão na selecção de novo equipamento ou de substituição de equipamento. Por último, implica um operador capaz de tomar conta, após a formação adequada, dos problemas de avarias, desde as mais simples até às mais complexas.

##### 2. Selecção do equipamento

Para além dos operadores directamente envolvidos no processo de selecção, esta deveria ser baseada no custo do ciclo de vida. A selecção tradicional baseia-se na eficiência do equipamento quando está a funcionar. O custo do ciclo de vida considera os custos de manutenção e os custos de alteração, somando-os aos custos totais ao longo da vida da máquina.

##### 3. Manutenção correctiva

A manutenção correctiva refere-se a modificações do equipamento (depois da recepção) para uma aplicação particular na empresa, bem como à aplicação de melhoria contínua. Se todos os anos houver manutenção correctiva no equipamento, o equipamento deve tornar-se melhor e mais eficiente em cada ano que passa. O pensamento tradicional considera que o equipamento deve deteriorar-se todos os anos até se tornar sem utilidade e necessitar de ser substituído.

#### 4. Manutenção preventiva

Deve ser claro para cada um o que é a manutenção preventiva. Mas num ambiente de manutenção preventiva da produção, a manutenção preventiva é apenas um dos seis componentes de uma estrutura maior.

#### 5. Manutenção de avarias

Há dois pontos a salientar na manutenção de avarias. Por um lado deve de haver um elevado nível de envolvimento do operador, por outro, deve de haver planos de formação que ajudem o mesmo a integrar-se. A fim de satisfazer a necessidade dos operadores a estarem cada vez mais envolvidos na manutenção das avarias, deve existir uma componente substancial de formação, em que os operadores devem primeiro ser ensinados nas técnicas de cuidados primários, e, com o tempo em técnicas mais complexas de manutenção de avarias.

#### 6. Conservação de registos

O componente final da Manutenção Total da Produção é a conservação de registos. Os operadores são muito envolvidos na conservação de registos de problemas, avarias e custos. Estes registos fornecem a base para as decisões de escolha de novo equipamento, identificando os problemas tipo existentes que requerem manutenção preventiva e que problemas tipo exigem um reproprocessamento ou uma melhoria de parte do equipamento. Deve ficar claro que a qualidade total e o *Just-In-Time* têm uma relação biunívoca. Até onde e quão depressa pode uma empresa implementar o *JIT* é limitado pela previsibilidade do processo. Por esta razão, é muitas vezes necessário realizar o esforço de qualidade total que traz essa previsibilidade – não necessariamente a perfeição – ao processo produtivo, antes que o *JIT* possa ser implementado. Mas felizmente há um argumento recíproco: o *JIT* torna a implementação da qualidade total mais fácil e rápida.

### 2.4. *Gemba*

Segundo Imai (2001), a palavra “*gemba*” em japonês significa o lugar real, ou seja, o lugar onde as acções reais ocorrem. Os japoneses usam a palavra “*gemba*” como vocabulário do seu discurso diário. Afirma mesmo que dentro da indústria japonesa, a palavra “*gemba*” é quase tão popular quanto *kaizen*.

O papel dos gestores está em ajudar a progressão dos trabalhos no “*gemba*” contudo, a maior parte dos gestores considera que o “*gemba*” é uma fonte de falhas, onde as coisas estão sempre mal e negligenciam a sua responsabilidade para esses problemas.

Constantemente surgem problemas nas quais os gestores têm de investigar e identificar a sua causa de forma a arranjam uma solução. Depois de verificado o erro deverá de ser rectificado de novo o standard que estava implementado, ou se necessário, a criação de um novo. A etapa da standardização, é uma parte integrante do *gemba*, e é a base da sua sustentação, para

que não se criem novos problemas. O *gemba* é o primeiro passo para que a gestão da produção seja mais eficiente. As regras de ouro para uma gestão ainda mais eficiente são (Imai, 2001):

1. Quando surge um problema, deve-se de ir ao *gemba* em primeiro;
2. Fazer a verificação dos aspectos mais relevantes;
3. Tomar medidas temporárias no local do problema;
4. Encontrar a causa;
5. Standardizar, para prevenir que não volte a ocorrer.

No terreno “tudo é diferente”, existem certos aspectos que apesar de serem estudados e que se pense ter viabilidade imediata, na prática não acontece. O facto de certos aspectos só serem verificados na teoria, quando implementados, podem não ser bem sucedidos, porque não se adaptam ao funcionamento da empresa. Logo no estudo de viabilidade devem ser contemplados cenários alternativos que visem complementar este aspecto. Deste modo os gestores devem garantir que, na prática, as ideias que se querem implementar têm viabilidade e não deixem essas responsabilidades para os operadores.

Basicamente sabe-se que alguns pormenores na prática estão longe do nível desejado, uma vez que os mecanismos que se possuem são ainda rudimentares e em fase de experimentação, mas mesmo assim é da ideologia *kaizen* continuar a aperfeiçoar novos métodos para melhoria. O melhor local para desenvolver as metodologias é, sem dúvida, no local onde irá decorrer o processo, uma vez que é onde os problemas surgem frequentemente.

## **2.5. Controlo de qualidade total (CQT) - metodologia Kaizen**

Segundo Imai (1986), a qualidade deve estar acima do próprio lucro. Este aspecto revela provavelmente a natureza do CQT e da metodologia *Kaizen* melhor do que qualquer outra coisa, porque reflecte a opinião na qualidade para a causa da qualidade. O CQT inclui aspectos como a garantia da qualidade, redução dos custos, eficiência, encontrando programações de entrega, e segurança. A qualidade refere a melhoria em todas estas áreas. Os gestores japoneses encontraram a melhoria como o factor mais importante para fazer face à concorrência.

Contudo o conceito de controlar o processo precedente significa que esta técnica deve ser estendida a todos os sectores da empresa incluindo vendedores, fornecedores e subcontratantes, a fim de melhorar a qualidade dos fornecedores e dos materiais. O CQT veio incluir a redução de custo, a garantia de qualidade e a gestão do volume (Imai, 1986).

Um método que tem ajudado no controlo da qualidade foi o facto de todos os materiais estarem devidamente identificados com os cartões *kanban*, para evitar trocas. Deste modo, o material começa a ser controlado a partir do momento em que dará entrada no sistema, seja ele um adquirido ou um material produzido dentro da própria empresa. O material passa então por varias fases de controlo, e quando chega ao posto de trabalho já se encontra devidamente identificado. Este processo permite que se identifiquem pequenos lotes, e que possam circular quantidades mínimas de material sem que este deixe de estar bem identificado.

## 2.6. Filosofia *Just-In-Time* na gestão de stocks

A filosofia *Just-in-Time* trata de processos e não de produtos. Cada vez mais as empresas optam por eliminar stocks e rentabilizar mais os meios que têm à sua disposição. A existência de stocks implica um aumento dos custos que a empresa terá que suportar. Esta filosofia tem como âmbito o aumento da produtividade e o aumento da qualidade no seio da empresa (Figueira, 1992).

O sistema JIT foi desenvolvido no Japão pela *Toyota Motor Company* e popularizado nos anos 70, nesta mesma empresa. Foi implementado pela primeira vez no Ocidente, em 1980 na Kawasaki (E.U.A). Desde então esta filosofia de trabalho tem-se vindo a expandir e a criar um impacto bastante positivo nas empresas. As empresas que principalmente adoptaram estas metodologias dizem respeito ao sector automóvel e de componentes electrónicos.

O facto de o Japão ser um país com enorme falta de espaço desenvolveu nos japoneses uma mentalidade contrária a toda a forma de desperdício. O sistema JIT tem então subjacente dois conceitos fundamentais:

- Eliminação de toda a forma de desperdício;
- Maior envolvimento das pessoas.

O JIT é uma técnica que pode ser adaptada a qualquer tipo de cultura empresarial. Segundo o Sr. F.Cho da Toyota Motor Company o desperdício pode ser definido como: “Tudo aquilo para além do **mínimo** de equipamento, materiais, peças, trabalhadores essenciais à produção”. Basicamente desperdício é tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto, assim sendo pretende-se eliminar ao máximo os stocks de segurança e produções antecipadas (Figueira, 1992).

Segundo Stewart (2002) existem 7 elementos associados a este conceito:

- 1) Fábricas «foco»;
- 2) Tecnologia de grupo;
- 3) Qualidade a partir do fornecedor (*Jidoka*);
- 4) Produção *Just-In-Time*;
- 5) Programação Uniforme;
- 6) Minimização de tempos de *setup*;
- 7) Técnica de controlo *kanban*.

Na produção *just in time*, mesmo que queiramos produzir uma grande quantidade de componentes, deve ser assegurado que na linha apenas estejam os materiais estritamente necessários para aquele momento de produção. À medida que se vai produzindo deve-se garantir que os componentes chegam à linha de montagem, sem que os operadores se tenham que deslocar para se voltarem a abastecer. É significativamente um aumento de eficiência o facto de se garantir que apenas o material necessário chega à linha no momento desejado de uma determinada produção (Stewart, 2002).

Segundo Wiley (1988), uma linha de montagem, ou qualquer sequência de operações que tenha equilíbrio, sincronização e fluxo, tem pouca ou nenhuma actividade de desperdício. Os produtos não são contados entre operações, nem colocados em contentores. Não há transporte

de contentores para o armazém nem armazenamento. Os produtos não são retirados dos contentores e recolocados na linha de montagem para a produção seguinte (Wiley, 1988).

De facto estes aspectos verificaram-se aquando a implementação desta técnica. A intenção primordial é que se realize as tarefas necessárias na elaboração do produto apenas 1 vez, sem que se tenha mais tarde de proceder a novas intervenções. Ao produzirmos apenas o que é necessário, numa quantidade mais reduzida de lotes, garante-se que haverá maior rotação de fluxo de materiais. Neste âmbito, como passamos a produzir em lotes mais reduzidos, passamos dos contentores para caixas pequenas, garantindo deste modo que haja uma constante rotação do material. Uma das grandes vantagens foi o facto de podermos transportar os produtos intermédios com maior facilidade, ou seja, aqueles que ainda vão ser utilizados na produção do autoclismo final. Como o novo transporte é feito em caixas pequenas e normalizadas, facilmente se assegura que o material está em condições de chegar à nova etapa de fabrico. Assim sendo consegue-se garantir que apenas se transporta para o novo posto de montagem a quantidade necessária num tempo perfeitamente reduzido e sequencial. Depois de o material já se encontrar em caixas, estamos em condições de criar os supermercados<sup>3</sup>. Desta forma se garante um maior controlo do processo.

### **1) Fábricas «foco»**

Segundo esta teoria, se uma empresa concentrar os seus esforços em torno de um produto que lhe consiga auferir vantagem competitiva, então a empresa terá condições para aperfeiçoar e melhorar os seus métodos e técnicas de produção, ou seja, consegue dedicar grande parte do seu conhecimento no desenvolvimento e melhoria desse produto e dos meios que utiliza (Figueira, 1992).

A empresa Oliveira & Irmão foca-se sobretudo no fabrico de autoclismos. O facto de concentrar o seu “*core business*” no fabrico de produtos especialmente direccionados para usos específicos, confere à empresa um elevado grau de gestão nos produtos desenvolvidos, na medida em que consegue controlar de forma mais organizada os processos pela qual efectua a produção dos mesmos e a respectiva qualidade.

### **2) Tecnologias de grupo**

Esta teoria assenta essencialmente em agrupar as máquinas, tradicionalmente dispersas em departamentos orientados por processo em pequenos grupos que permitam obter o compromisso entre um *layout* orientado por processo (adequado a pequenos volumes de produção de muitas referências) e um *layout* orientado por produto (adequado a grandes volumes de produção e poucas referências). Basicamente se podermos agrupar as máquinas que

---

<sup>3</sup>*Supermercados: locais específicos para acondicionamento de material intermédio das células de montagem. Constituído por zonas identificadas de forma a segregar o material e a criar as condições necessárias para ser abastecido às células de produção.*

processam cada família de componentes e instalá-las juntas, constitui-se uma célula de trabalho (Figueira, 1992).

Relativamente a este conceito a empresa tem bem estruturado o *layout* pela qual tem disposto as suas máquinas que auxiliam a produção. Conforme se pôde verificar na figura 1, as máquinas que usam a mesma tecnologia estão organizadas de modo a despendem menos esforços e, desta forma, reduzir tarefas redundantes e que não acrescentam valor para o produto. Assim sendo, consegue-se diminuir significativamente o tempo destinado ao fabrico de cada autoclismo. O que se produz em determinadas máquinas está associado de modo a que se usem as mesmas tecnologias e necessitem dos mesmos recursos. O robot de paletização que é uma ferramenta capaz de proceder à embalagem de diferentes produtos ao mesmo tempo, está disposto de modo a concentrar as suas potencialidades a um maior número células de produção, ou seja, está localizada entre as duas células que produzem produtos semelhantes.

Segundo Figueira (1992) as células de produção conferem as seguintes vantagens:

- Reduzem os volumes de stock em curso de fabrico;
- Reduzem tempos de ciclo e consequentemente o seu *lead time*;
- Ocupam menos espaço, uma vez que já não é necessário tanto espaço para acomodar os stocks em curso;
- Conferem maior rotação de stocks, nomeadamente de matérias-primas;
- Reduzem o custo de mão-de-obra directa, devido a um maior fluxo e uma melhor programação das operações;
- Aumentam a motivação, envolvimento e participação dos operadores;
- Aumentam as taxas de ocupação dos equipamentos.

O facto de se reduzir os lotes de produção, permite que haja uma maior rotação de stocks. No cenário antigo a matéria-prima chegava à linha de produção em grandes quantidades, o que obrigava a produções de grande proporção. O processo estava consideravelmente mais descontrolado, existiam sempre enormes lotes de produto acabado junto da linha de produção, ocupando totalmente o espaço destinado para o efeito. As quantidades de materiais devolvidos eram bastante elevados e o seu tratamento demorava imenso tempo. Os operadores entravam em saturação devido ao facto de se produzir grandes quantidades do mesmo produto. A produção dos autoclismos tornava-se uma rotina. Não havia capacidade de mudança face a uma rápida exigência do mercado e, consequentemente, não havia flexibilidade para mudar rapidamente de produção e satisfazer deste modo os pedidos. Sempre que se trocava de produção, inevitavelmente tinha de se proceder a mudanças de ferramentas.

O que se fez para solucionar este problema começou pela diminuição dos lotes de matéria-prima para a linha, ou seja, em vez de se abastecerem enormes quantidades de material, começou-se a abastecer pequenos lotes de material em caixas standardizadas e previamente dimensionadas. Isso só se tornou possível porque aplicamos a técnica *kanban* nestes postos de trabalho. O facto de haver caixas standardizadas criou a possibilidade de construir bordos de linha ajustáveis a todos os modelos que se produzem em cada célula, evitando deste modo a remoção de elevados níveis de materiais e até das próprias ferramentas.

O processo de dimensionamento das caixas já com uma quantidade predefinida obrigou a que se fizessem testes aos tempos de setup das máquinas de injeção, paletização, bem como à

própria cadência do operador. Efectuaram-se estudos conjugando os tempos homem-máquina e definiu-se um tempo padrão que conseguisse aliar o desempenho das máquinas com a cadência do operador. É de salientar que o processo centrou-se acima de tudo nos tempos respeitantes ao operador e ajustou-se os tempos de ciclo das máquinas. A partir deste tempo padrão pré-definido saber-se-á à partida qual o número de caixas sinalizadas com *kanbans* que se teriam de abastecer de um determinado tipo de componentes para garantir o abastecimento para um certo período de tempo, tempo esse que foi configurado de modo a permitir que houvesse abastecimentos realizados de forma periódica (ver anexo 2 e 5).

Depois de configurado um tempo para a realização das tarefas, esse tempo terá de ser normalizado. Nesta fase, o operador passará a trabalhar ao ritmo da máquina e consegue-se estudar um tempo standard para o abastecimento da célula (ver anexo 3, 4, 6 e 7).

### **3) Qualidade a partir do fornecedor**

A qualidade a partir do fornecedor significa fazer bem à primeira vez correspondendo às expectativas do cliente (Figueira, 1992).

Com o JIT, o conceito de qualidade engloba alguns princípios de funcionamento que são de forma resumida os seguintes:

- Produzir sempre bem

A perfeição deve ser considerada como um objectivo a atingir. Deste modo os postos de trabalho devem ser concebidos de forma a evitar qualquer hipótese da ocorrência de defeitos (Figueira, 1992).

- Os operadores como responsáveis pela qualidade

A primeira atitude que os gestores devem tomar é a de concederem crédito aos operadores para controlarem a qualidade do produto que estão a produzir. Basicamente ninguém melhor do que os operadores sabe das características que os produtos que produzem devem ter. Para tal basta apenas dar formação e depositar uma maior confiança neles. A filosofia *Just-In-Time* assenta sobretudo na eliminação de inspectores, os quais são vistos pelos operadores como fiscais do seu trabalho e faz com que estes não assumam a responsabilidade da qualidade (Figueira, 1992).

- Nova definição de cliente

Segundo Figueira (1992), numa empresa, devemos de considerar como clientes os postos de trabalho a jusante ao nosso, aqueles ao qual se entrega o resultado do nosso trabalho, e como fornecedor os postos de trabalho a montante. Assim sendo, quando se produz com defeito num determinado posto de trabalho, esse defeito vai provocar uma falha nos postos também a jusante. Logo, a atitude correcta será a de evitar ao máximo os erros, mas caso aconteça, esse deverá de ser colmatado na própria cadeia que provocou esse erro.

Se houver um maior empenhamento em considerar todos os locais por onde irá passar o produto como um cliente, proporcionará também uma maior responsabilidade e empenhamento em evitar as falhas em cada posto de trabalho (Figueira, 1992).

Nas células de fabrico, de modo a implementar esta metodologia, sensibilizou-se os operadores para esta questão e criaram-se fichas de apontamentos de não conformidades (ver anexo 12). O facto de todos os postos de trabalho terem que proceder a auditorias à primeira peça e a consultas das instruções de fabrico, permite que os erros que se praticavam anteriormente fossem claramente reduzidos, uma vez que através dos registos históricos se poderiam tomar medidas para os casos de mais ocorrência.

Qualquer acção que os operadores tivessem que proceder estava devidamente normalizada e standardizada, para que se conseguisse tomar controlo das operações que cada um teria que desempenhar.

- Procedimentos de controlo

Figueira (1992) menciona que devem de existir mecanismos de controlo para se poderem avaliar os parâmetros de qualidade numa empresa (Figueira, 1992).

Para que os operadores possam ter uma maior percepção dos erros efectuados e para que saibam o seu grau de eficácia em relação aos demais intervenientes, usamos fichas de anotação de eficácia (OEE - *Overall Equipment Effectiveness*) para os operadores e para as próprias máquinas (ver anexo 15). Este sistema proporciona um maior controlo por parte dos operadores e dos próprios gestores na detecção de falhas. Visa em assentar os pontos onde cada um deve melhorar a sua performance. Esta informação está disponível em forma de gráficos para que visualmente se obtenha a informação do rendimento dos operadores da linha no global.

Outro procedimento para controlo que visa confrontar se foram ou não cumpridos os objectivos é o registo de não-conformidades em cada sector, permitindo identificar quais as causas e detecções dos erros efectuados. Para cada não-conformidade é identificada uma causa, e uma acção a tomar, como método de melhoria (ver anexo 12). Mais tarde será feita uma análise global a esses registos de forma a identificar se as acções tomadas foram eficazes e se tiveram o efeito desejado.

Outro aspecto que se pretendeu agilizar, foi o de tentar compreender imediatamente as falhas que cada sector estava a ter, para efectuar as suas produções e atingir os seus objectivos. Criaram-se então folhas para detecção de falhas que se colocaram em cada sector de trabalho. Deste modo e de forma impessoal, os operadores poderiam em qualquer altura exprimir as suas dificuldades e problemas que afectavam o bom funcionamento do trabalho.

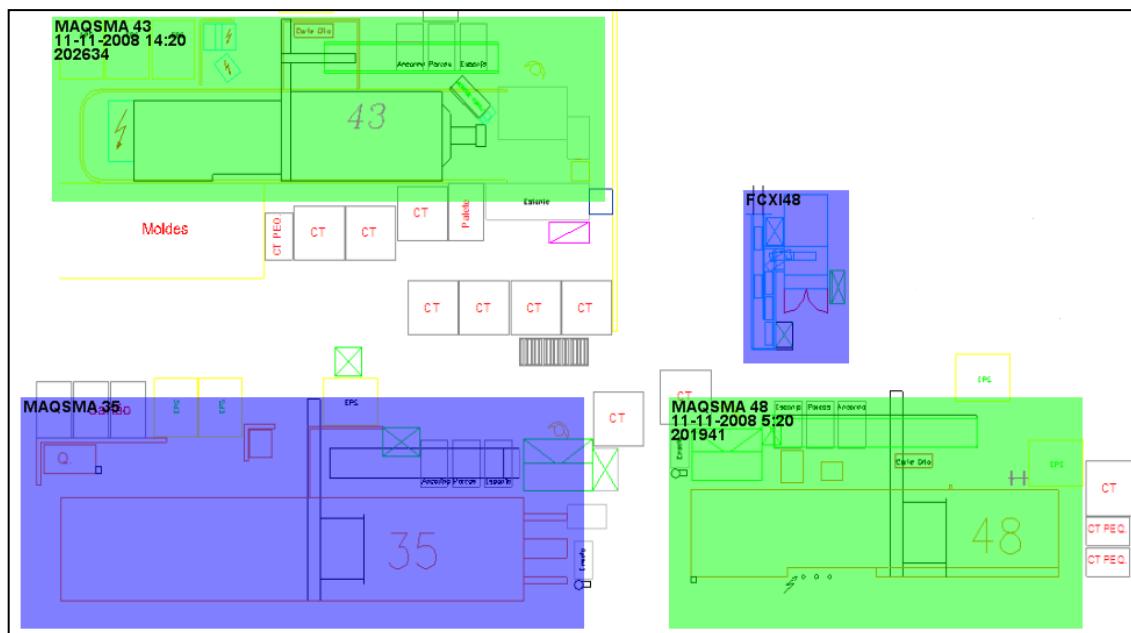
- Parar e solucionar o problema

“Quando surge um problema há que resolve-lo rapidamente” (Figueira, 1992).

Outro método que o sistema *kaizen* proporcionou na detecção de paragens e que ajuda efectivamente à resolução imediata dos problemas em cada sector da fábrica é o sistema *izaroyellow*. Este sistema permite obter conhecimento em tempo real do estado de cada posto de trabalho, facilitando a visualização imediata do estado a que se encontra o sector. A análise das paragens permite atribuir a imputação de custos de não-conformidade e a identificação de



ganhos de processamento em cada posto de trabalho. Qualquer tipo de paragem pode ser registada pelo operador e deste modo o sistema enviará para os demais responsáveis a informação do estado a que se encontra aquele sector de produção. Este sistema tem, para além de outras potencialidades, a possibilidade de detectar possíveis falhas que estão a causar distúrbios na produção de um determinado sector, aviso de mudanças de produção, avarias de máquinas, faltas de operadores, entre outros. Através de cores diferentes representa os diferentes estados das respectivas células, como se pode ver na figura 3.



**Figura 3 - Programa Izaro Yellow.**

Nesta situação a máquina 35 e o robot de fechar caixas da máquina 48 estão paradas por opção e a máquina 43 e 48 estão a produzir sem nenhum problema. Se estivesse a vermelho, rapidamente serviria de alerta para os eventuais responsáveis da produção e deveria de haver uma rápida intervenção para colmatar o problema.

Contudo este sistema, não permite ter uma imagem real dos problemas que surgem nas linhas, uma vez que o tempo dispendido para ligar e desligar o sistema é bastante grande e não é contabilizado. O facto de os operadores terem de se deslocar a um ponto comum e terem de escrever a causa da paragem para que se consiga perceber o motivo da mesma, traduz-se numa enorme perda de tempo, isto porque as paragens de linha são imprevisíveis. Para solucionar esta incompatibilidade, está-se a estudar o facto de cada linha possuir um sistema informatizado que permita rapidamente proceder às diferentes mudanças de estado. Colocou-se apenas dois computadores, em duas células de produto acabado de torneiras, que permitirá obter resultados instantâneos e estudar se esta implementação se insere nos objectivos pretendidos. O sistema permite visualizar não só os motivos das paragens, mas também que ordem de fabrico aquela célula está a produzir, número de peças produzidas dessa ordem de fabrico, quantidade e tempo que falta para terminar, número de peças retrabalhadas, peças não-conformes e, ainda, o atraso de produção que os operadores levam em relação à produção objectivo pretendida. Está apenas

numa fase experimental, mas pode ter um impacto bastante significativo e importante se este método for considerado viável. Este mecanismo está interligado com o sistema informático da empresa, para que possa haver a actualização dos dados. Desta forma rapidamente se conseguirá detectar e resolver os problemas de forma instantânea e também fazer previsões dos casos que mais prejudicaram o bom funcionamento de cada sector.

- **Gestão à vista**

Existem 6 princípios a seguir na organização da filosofia JIT, nomeadamente, Simplificação, Organização, Disciplina, Limpeza, Visibilidade e Participação (Figueira, 1992).

Estes princípios assentam essencialmente nos aspectos que foram seguidos para a definição do posto de trabalho. Primeiro não complicar o que é fácil, ou seja, possuir só o estritamente necessário no local de trabalho. Esta ideologia foi simplificada ao máximo na medida em que se efectuou estudos que integrassem este tipo de situações. Um dos aspectos que veio a simplificar bastante o posto de trabalho de cada operador foi o facto de em cada operação de montagem existir na célula componentes que sirvam apenas para aquela montagem. Uma das grandes vantagens que isso proporcionou para além de limitar o espaço ocupado foi a redução da probabilidade de o operador se enganar nos componentes que irá constituir o autoclismo. Deste modo limitou-se a probabilidade de surgirem erros triviais na medida em que a respectiva montagem do autoclismo possuirá mais pontos em que se podem detectar os erros, nomeadamente no posto de trabalho, mas também no próprio abastecimento. Dado que as peças que constituem os autoclismos são bastantes semelhantes, esta foi uma forma de combater as falhas de auditorias do operador à primeira peça.

A *Organização* foi outro elemento que esteve sempre subjacente na implementação do *kaizen*. É estritamente necessário que cada componente esteja no seu lugar predefinido. Deste modo poupa-se uma fracção de tempo bastante considerável quando se pretende uma determinada ferramenta ou até mesmo um determinado componente. Rapidamente se coloca o material num local acessível ao operador que abastece a linha e ao que opera na linha, sendo na prática um método acessível aos dois.

A *Disciplina* passa sobretudo pela estipulação de regras a serem cumpridas em cada local de trabalho. Como tal, e com a ajuda dos próprios operadores, criou-se um conjunto de normas a serem seguidas por qualquer interveniente no processo (ver anexo 16).

Sendo as células de autoclismos exteriores células de produto acabado, requereu que se tomassem medidas no que diz respeito à *Limpeza*. Cada local de trabalho deverá estar sempre limpo, por um lado requer um bom senso por parte dos operadores, por outro requer que no dimensionamento dos *layouts* se limitassem certos locais a determinados tipos de componentes, nomeadamente o devido tratamento de devoluções. O material que já não irá ser necessário na próxima produção deverá ser depositado num local para o efeito, devidamente identificado, para poder ser novamente levado para armazém. Todo o material que está não-conforme, ou que foi desmanchado terá que ser depositado numa zona de material a reciclar. Todo o material que tenha lugar fixo no bordo de linha deverá ser devolvido através da devolução existente no próprio bordo de linha.

A *Visibilidade* é a solução apropriada para uma rápida identificação e localização. Estando sempre, de forma prática, garantida que a informação flui com maior rapidez.

Por último, a *Participação* dos operadores, em que se pretende que haja um responsável por cada secção e que sejam prestadas contas pelo desempenho da produção e qualidade. Deste modo consegue-se de forma mais organizada estabelecer parâmetros que proporcionem o bom funcionamento e propiciem a melhoria contínua.

- Máquinas sempre prontas

Outro aspecto que a filosofia *kaizen* contempla é o baixo custo na implementação de novas tecnologias. Algumas máquinas apesar de serem já antigas podem ser remodeladas e, através de um baixo custo, aumentar a sua eficiência. Todas as máquinas devem ser objecto de manutenção preventiva ou condicionada de forma a garantirem o seu bom funcionamento. Só havendo condições de produção aceitáveis é que se poderá exigir dos próprios operadores.

Uma máquina que seja de carácter universal pode não auferir aos utilizadores as características desejadas, podendo mesmo constituir fonte de estrangulamento do sistema. Deste modo, máquinas dedicadas a determinado tipo de produção permitem uma maior flexibilidade, tempos de *setup* reduzidos e diminuição de falhas.

Neste âmbito surge o termo TPM, que significa *Total Productive Maintenance*, acrónimo anglo-saxónico que traduz o conceito de “produzir sem falhas”, e que inclui um conjunto de técnicas de prevenção e de intervenção (Figueira, 1992).

Todas as máquinas da empresa são sujeitas a intervenção preventiva, possuindo mapas de manutenção que são devidamente actualizados. As máquinas devem ser sempre limpas e verificadas por parte dos operadores e inspeccionadas por parte da manutenção da empresa. Neste âmbito, e de modo a reduzir os custos que se tem em avarias resultantes do não cumprimento das manutenções preventivas, decidiu-se em tempos pré-definidos entre o sector produtivo e o sector de manutenção criar períodos exclusivos para teste de máquinas. Por outro lado pretende-se também que os moldes sejam dedicados apenas a certas máquinas, fazendo com que se possa rentabilizar a produção de peças e diminuir o tempo de *setup*.

#### **4) Produção *Just-In-Time***

De acordo com a perspectiva de Figueira (1992), a produção *Just-In-Time* tem subjacente a filosofia de “*Produzir as peças necessárias, nas quantidades estritamente necessárias, no momento estritamente necessário*”.

Deste modo, uma peça produzida a mais ou num período mais cedo ao desejado é considerado um desperdício. O JIT na produção tem como objectivos obter stocks quase inexistentes (apenas o estritamente necessário para compensar o tempo em que os materiais estão em trânsito), uma óptima qualidade dos produtos, ciclos de produção bastante rápidos e conseguir responder de forma rápida às diferentes exigências de produção.

Na produção existem factores variáveis que não são fáceis de controlar, como por exemplo uma mudança rápida de pedido de encomenda. Neste âmbito, ao delinear os respectivos processos produtivos, tem de se considerar que o sistema deverá estar preparado para mudanças

que não estão planeadas. Deste modo o sistema deverá de ser capaz de responder de forma rápida a estas exigências (Figueira, 1992).

Segundo Béranger (1987), comprar ou produzir apenas o que é necessário, no momento em que se torna necessário, impõe as seguintes condições:

- Produzir aquilo que é preciso pelo cliente, na ocasião em que ele o deseja e nunca para constituir stocks de produtos acabados ou intermédios;
- Possuir prazos de fabrico curtos e uma grande flexibilidade para poder dar resposta às flutuações do mercado;
- Produzir pequenas quantidades de cada tipo de peças. Para isso é necessário abandonar a ideia de produzir lotes enormes e a noção de “quantidade económica”. Impõe-se a mudança rápida de ferramentas, e uma disposição das máquinas que permita o encadeamento das operações respeitantes a uma mesma peça ou produto;
- Não produzir, ou comprar senão quantidades imediatamente necessárias;
- Evitar as esperas ou perdas de tempo, o que implica a renúncia a um stock centralizado, bem como à utilização de meios de movimentação comuns a vários postos de trabalho, o que pode torna-los indisponíveis na ocasião em que são necessários;
- Trazer as matérias-primas e os produtos semi-acabados para junto dos locais onde vão ser necessários, em vez de os armazenar em locais onde ninguém pode utilizá-los;
- Possuir equipamentos fiáveis. Para que uma máquina produza uma peça no momento em que está a ser necessária à fase seguinte do processo produtivo, é imperativo que não se avarie nesse preciso momento;
- Dominar a qualidade da produção. Se as peças chegam “no último momento”, na quantidade desejada mas com qualidade deficiente, não haverá outra alternativa senão rejeita-las e suspender a produção das fases seguintes do processo;
- Comprar apenas as matérias-primas e os produtos de incorporação, com qualidade garantida para que não se corra o risco da produção parar;
- Dispor de pessoal polivalente, capaz de se adaptar rapidamente e de compreender os novos objectivos da empresa.

O *Just-in-time* é mais do que uma técnica de redução de stocks. Esta filosofia visa um forte acréscimo de competitividade através da maximização da eficácia, da flexibilidade, da produtividade e da qualidade. O seu fio condutor é a redução de custos pela eliminação de todos os desperdícios. As empresas desperdiçam mais recursos em:

- Tempo: quando as peças aguardam durante vários dias ou semanas entre duas operações;
- Matéria-prima: com as rejeições, os stocks em excesso e o risco da obsolescência;
- Movimentações: com os percursos excessivamente longos, idas e vindas aos armazéns transportes provenientes dos fornecedores;
- Trabalho: quando se fabricam peças para colocar em stock, quando se produzem produtos com defeitos, quando se realizam operações que não acrescentam qualquer valor aos produtos, tais como tarefas de inspecção dos produtos recebidos, movimentações, armazenagem, escolha de peças defeituosas e correcção de defeitos.

## **5) Programação uniforme**

Para se poder implementar estas metodologias é necessário que exista um elevado nível de fiabilidade do processo na medida em que se possa contar com o equipamento pretendido no tempo pretendido. Basicamente no sistema *JIT* o pretendido é produzir-se uma grande variedade de produtos num tempo relativamente curto, ou seja, o que se fazia antigamente era congelar um plano mensal de produção, isto é, delineava-se um plano de produção em que se processava um elevado nível de encomendas da mesma gama de produtos de forma contínua. Contudo esta filosofia assenta sobretudo em produzir-se um elevado mix de produtos mas com tempos de ciclo mais pequenos. Pretende-se com esta filosofia que se consiga oferecer aos clientes uma maior gama de produtos num espaço de tempo mais reduzido, traduzindo-se numa vantagem competitiva (Figueira, 1992).

Um aspecto que as empresas tipicamente pretendem, é o facto de rapidamente se poder trocar de ferramentas e mudar imediatamente de produção. Dada a variedade de encomendas que surgem num reduzido período de tempo, a produção terá de responder de forma imediata a estes pedidos. Contudo, no caso da empresa Oliveira & Irmão, surge o problema de que para se proceder à mudança de produção desejada se tenha que proceder a uma mudança de molde. Há alguns produtos que exigem que se proceda a uma troca de ferramentas que levam consideravelmente algum tempo. Como o que se deseja é uma rápida mudança de produção, então perder-se-ia mais tempo na preparação da máquina, do que na produção do produto. Para efeitos práticos neste momento ainda não é viável.

De modo a solucionar este aspecto, e com o auxílio do departamento de planeamento, optou-se por ajustar os níveis de encomendas para determinados dias da semana, ou seja, encomendas que requerem que se proceda à troca de ferramentas nas máquinas de injeção que cada célula possui serão feitas após a conclusão das encomendas semelhantes. Deste modo conseguiu-se agrupar as encomendas do mesmo tipo para que se evitasse mudanças de molde desnecessárias. Verificou-se que não era rentável produzir o desejado pela ordem pretendida, mas sim de modo a evitar tempos de setup mais elevados. É de salientar que apenas se procede à produção de produtos cujas encomendas já estejam consolidadas.

## **6) Minimização de Tempos de Setup**

Se o tempo de setup de uma determinada máquina for consideravelmente grande implica que se opte por produzir lotes de encomendas que tenham as mesmas referências de modo a minimizar as vezes que se tem que proceder a setups. Perante este problema o que normalmente se faz e é errado (segundo a metodologia *JIT*) é em antecipação da produção para stock, ou então, agrupar várias encomendas que possuam a mesma referência e produzir em grandes lotes. Assim sendo a alternativa é reduzir os tempos de setup da própria máquina para se produzirem em pequenos lotes (Figueira, 1992).

## 7) Técnica de controlo *Kanban*

Todos os componentes necessitam de estar identificados, para que se consiga diferenciar os inúmeros tipos de materiais que a empresa possui (ver figura 4).

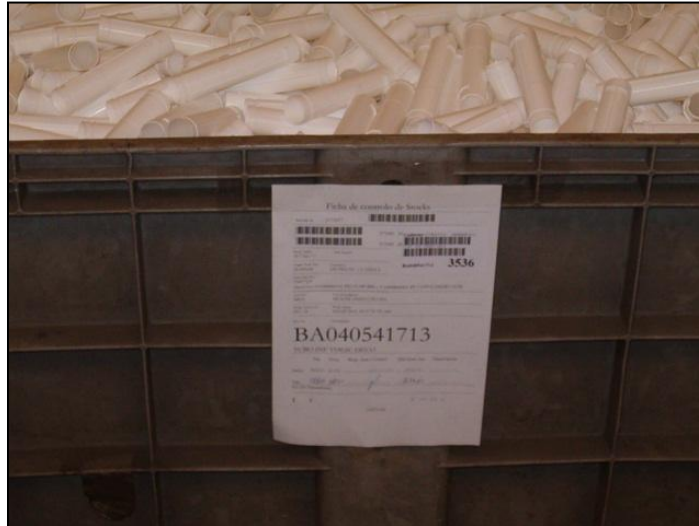


Figura 4 - ficha de controlo de stocks usada como meio de identificação dos materiais.

Antes de se implementar o sistema *kanban*, os contentores eram identificados com fichas de controlo de stocks. As quantidades de componentes que cada folha reflectia era bastante grande e não permitia que se fosse reduzindo o tamanho do lote sem ter que se preencher uma nova folha. Se porventura um contentor fosse com material para qualquer posto de trabalho e fosse consumido parcialmente, não se saberia ao certo qual a quantidade que ficava ainda retida no contentor. Era um enorme problema, no processo de devoluções de material. Por vezes, como não havia tempo para voltar a contabilizar o material, o processo de devoluções poderia demorar vários dias. A tendência é claramente acabar com este método e uniformizar toda a fábrica com o sistema de identificação através de cartões *kanban*.

### 7.1) Uso de *Kanbans*

O sistema *kanban* determina as quantidades da produção em cada processo. Foi chamado o sistema nervoso do *Lean Production* porque controla a produção, enquanto os nossos cérebros e nervos controlam apenas os nossos corpos. O benefício preliminar do sistema *kanban* é reduzir a superprodução e o seu alvo é produzir somente o que é requisitado, quando se necessita, e nas quantidades necessárias (Productivity Press Development Team, 2002).

Segundo a perspectiva da equipa de especialistas da “productivity Press Development Team”, reduzir o número de *kanbans* significa uma diminuição do stock existente, eliminando finalmente os stocks de segurança mantidos geralmente como segurança para fazer face às flutuações da produção. Inicialmente podem ser introduzidos no sistema tantos *kanbans* quantos sejam necessários e depois de forma progressiva vão sendo reduzidos até se chegar a um mínimo. Desta maneira também o sistema *kanban* se transforma num método de regular o processo produtivo (Productivity Press Development Team, 2002).

Para Béranger (1987), o *kanban* é um sistema que permite a substituição rápida de uma quantidade que acaba de ser consumida. O *kanban* apenas se aplica quando existem operações repetitivas, o que, não é sinónimo de grandes lotes. O *just-in-time* não implica nenhuma noção de repetitividade ou tamanho dos lotes. Saber trabalhar em *just-in-time* é saber produzir com prazos mínimos e em pequenas quantidades (Béranger, 1987).

## **2.7. Definição de Kanban**

Segundo Imai (1986), o *kanban* é uma ferramenta de comunicação no sistema de controlo “*Just-In-Time*” da produção e foi inventada por Taiichi Ohno na Toyota. Um *kanban*, ou o quadro indicador, são unidos às partes específicas na linha de produção significando a entrega de uma quantidade dada. Quando o material for todo usado, o mesmo sinal será retornado à sua origem onde se transforma num novo pedido de abastecimento. O sistema *kanban* é apenas um de muitos elementos num sistema inteiramente integrado de controlo da qualidade total e não pode ser introduzido num processo da produção sem outros elementos da gestão da qualidade (Imai, 1986).

Segundo Figueira (1992), a técnica *kanban* tem como objectivos regularizar dentro da empresa as oscilações da procura, regularizar as oscilações nos stocks de produção e descentralizar a gestão, na medida em que confere às chefias directas um papel de gestão efectiva. Um *kanban* coordena todo o fluxo de materiais dentro da fábrica. Funciona como uma encomenda interna a cada posto de trabalho e como guia de remessa, quando acompanha o produto resultante dessa encomenda. A técnica *kanban* só é aplicável em processos de fabrico discretos e repetitivos, ou seja a produtos normalizados (Figueira, 1992).

### **2.7.1. Constituição de um cartão *kanban***

Figueira (1992), sugere que um cartão *kanban* deve conter Informações relativas à identificação, em que coloca a referência do componente e da operação, e ainda o número de componentes que a caixa leva. Deverá de possuir informações de movimentação, nomeadamente os nomes dos postos de trabalho de origem e de destino, local onde colocar as caixas completas e o local onde colocar os cartões *kanban* livres. Deverá também possuir informações de gestão, à qual esteja descrito o número de cartões que existem no sistema daquela referência, bem como o número de cartões *kanban* correspondentes a um lote de produção e ao nível de reposição. Deverá possuir ainda algumas informações técnicas, nomeadamente as referências das ferramentas a utilizar e as instruções da operação, de regulação e de controlo.

Contudo apenas as informações de identificação são imprescindíveis, as restantes poder-se-ão adaptar às necessidades de cada empresa. Quando a gestão de referências for bastante complexa usa-se apoio da gestão informática, de forma a garantir que possam ser impressos novos cartões e fazer a própria gestão (Figueira, 1992).

Para garantirmos que a informação necessária é transmitida e seja perceptível em toda a fábrica usam-se cartões como se pode ver na figura 5.

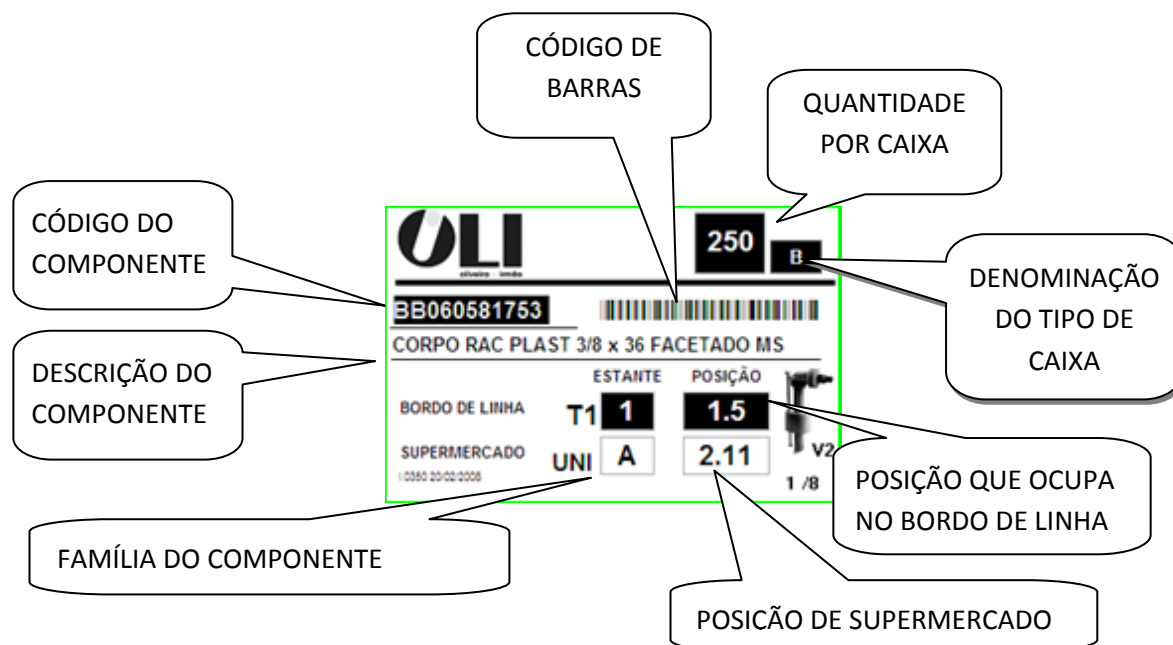


Figura 5 - Kanban de movimentação usado na empresa Oliveira & Irmão.

A impressão destes cartões é feita através de uma ligação a uma base de dados, à qual se dá nome de “mestre de células”. O mestre de células é actualizado, sempre que haja uma alteração qualquer a um determinado componente. Quando é criado um novo código de qualquer componente, então haverá uma actualização dessa base de dados, bem como para os códigos que se tornam obsoletos. A base de dados possui todas as indicações necessárias à impressão, manuseamento da informação e tratamento de dados. Os dados essenciais que o mestre de células deverá conter, são nomeadamente, a quantidade que cada caixa de determinado tipo deve levar desse componente, as posições no bordo de linha, supermercado, ciclos do *mizusumashi*, necessidades entre datas, consumos de componentes e toda a informação relativa a quantidades processadas.

O passo que se pretende implementar futuramente é associar o mestre de células ao sistema integrado de produção que a empresa possui, o IFS (suporte informático de produção). Sempre que haja uma alteração na estrutura de produto de um terminado componente, ou haja algum componente que se torne obsoleto, então a informação será actualizada instantaneamente, evitando as perdas de informação.

O sistema de construção de lote através dos cartões necessita que periodicamente se tenha de proceder à actualização de todos os cartões existentes em sistema, de modo a não quebrar o fluxo. Se porventura se perder um cartão, o sistema pode já não funcionar correctamente uma vez que os lotes não são despoletados e não há ordem de produção. Para facilitar o controlo, os cartões deverão estar também numerados.





Figura 6 - Método de passagem de informação antes do sistema *Kanban*.

Antes da implementação do sistema *kanban*, a informação era passada verbalmente, o que fazia com que se perdesse bastante tempo. Nada era normalizado, pedia-se o abastecimento de material de forma desorganizada, ou seja, o pedido de material era feito para a quantidade total. Os postos de trabalho eram abastecidos por empilhadores (ver figura 6).

Através do novo sistema de cartões *kanban* conseguiu-se que a informação fosse passada através de um pedido normalizado, num local apropriado de fácil acesso, e de compreensão global (ver figura 7).



Figura 7 - Quadro de nivelamento da produção.

Através do quadro de nivelamento, a ordem de produção poderá ser dada ao *mizusumashi*, na medida em que basta nivelar a produção no tempo pretendido. Através dos cartões *kanban*, o *mizusumashi* continuará a abastecer a célula até que não existam mais *kanbans*. Nessa altura deverá então processar uma nova encomenda. A nova ordem é acompanhada pela ordem de fabrico, que terá a informação necessária de todo o material a usar.

Seguidamente, o uso de cartões dará seguimento à produção. Para nivelar a produção, o responsável terá de colocar no quadro de nivelamento os lotes que deseja e no tempo pretendido.

O *mizusumashi* sabe que assim que acaba uma caixa de matéria-prima, basta retirar o cartão *kanban* que está na caixa a identificar o material, e voltar a colocá-lo na caixa de construção de lote, de modo a que quando o lote estiver completo, envie outro sinal de produção para a respectiva célula. Os componentes respeitantes à área de compras, os próprios operadores dos *mizusumashis* transportam os cartões e depositam-nos nas caixas de sequenciamento, dando o alerta para nova reposição de material. Os tempos de execução desse pedido variam com a frequência com que a célula de montagem procede a novos pedidos.

Assim que se encontrar constituído um lote, a respectiva linha de produção saberá que terá de repor de novo aquela quantidade no supermercado, para o caso de a linha a jusante voltar a necessitar. Esse *lead time* é cuidadosamente estudado, ou seja, o material que ainda está acumulado no supermercado, dará para abastecer a linha durante um certo período de tempo, sem que a linha a montante processe esta nova “encomenda”. Se tal não acontecer, o processo entra em ruptura, e os cartões são levados para um quadro de rupturas, que servirá como sinal imediato que a linha a jusante já parou, ou está prestes a parar, se esse material não for repostado. De qualquer das formas, o stock existente deverá permitir que durante um período de sensivelmente 8 horas a célula não pare por falta desse componente. Isto porque o tempo de ciclo das máquinas requer que no máximo em 8 horas esteja repostado novamente o material que está a consumir, ou seja, por norma de 8 em 8 horas gasta o mesmo tipo de material. O material que está armazenado em supermercado abastecerá as células sem que se proceda a nova reposição.

Com estes conceitos surge também a necessidade de identificar os componentes que por algum motivo não se encontram em condições de pertencerem ao produto final. Como tal, e para que qualquer operador facilmente identifique que aquele componente não está conforme, criou-se um cartão de fácil identificação visual que indica que aquele componente está derogado, ou seja, à espera que alguém proceda à sua recolha e faça o devido tratamento (ver figura 8).



Figura 8 - Indicação de componentes não-conformes.

Este processo poderá ser feito rapidamente pelo operador da célula e de um modo consideravelmente fácil, pedir um novo lote do material. Pretende-se que o operador não perca

muito tempo a identificar o material que se encontra não-conforme e que qualquer pessoa rapidamente visualize que aquele componente não pode ser usado, enquanto não for devidamente tratado. Posteriormente o responsável pela qualidade poderá avaliar as condições desse componente e dar indicações. Isto não era possível, quando se usava contentores para armazenar o material, uma vez que todo o material teria que ser devolvido, ou então escolhido em linha, o que implicava a intervenção de alguém com mais poder de decisão.

## **2.8. Sistema *MRP* – *Manufacturing Resource Planning***

A ferramenta *MRP* envia ordens de produção para cada posto de trabalho, juntamente com um dossier de produção que contem as ordens de fabrico, fichas de acompanhamento, entre outros.

O planeamento determina o que há a fazer e quando deve estar pronto. Este controlo é gerido através de uma comunicação permanente entre os postos de trabalho e o planeamento, isto é, o plano de trabalhos é coordenado mutuamente entre ambos. Cada posto de trabalho garante que a produção do que está estipulado é feita e que se cumpre deste modo o planeamento. Por outro lado, aplicando um sistema com a filosofia *Just-In-Time*, a flexibilidade constitui um objectivo primordial. Deste modo a técnica *kanban* permite atingir este objectivo através de mecanismos extremamente simples de programação e funcionamento sincronizado de todos os postos de trabalho. Basicamente a ideia fundamental é que cada posto de trabalho funcione como um cliente e comunique com o seu fornecedor interno de modo a dar a especificação da quantidade que necessita, quando necessita, e de que componente necessita. Assim sendo um posto de trabalho funcionará simultaneamente como cliente e fornecedor.

A técnica *kanban* basicamente funciona segundo a filosofia *Pull*, uma vez que puxa a produção de cada posto de trabalho de forma encadeada e sequencial, garantindo que não se forma praticamente stocks entre os postos de trabalho (Figueira, 1992).

A tendência é que o sistema de cartões *kanban* regule os fluxos de produção e consiga regular todo o processo produtivo, no entanto, na fase de transição, houve bastantes dificuldades, uma vez que o sistema *kanban* dava ordem de produção através da formação do lote e, pelo sistema *MRP*, esse componente só iria ser necessário algum tempo mais tarde, porque o processo a jusante ainda não tinha material para completar a encomenda. O sistema *kanban* funciona extremamente bem, se houver sempre o material necessário, quando se pretende. No caso em estudo houve sérias dificuldades, uma vez que havia falta de capacidade de produção na injeção para fornecer as peças necessárias. A injeção sendo um fornecedor interno, ainda não estava totalmente a funcionar com o sistema *kanban*. O resultado dessa falha foi um elevado número de componentes que entraram em ruptura e na qual não se conseguiu responder de forma imediata face às necessidades.

A partir desse momento, para estabilizar o sistema, teve-se que novamente repor as construções de lote que estavam em ruptura. Sempre que se despoleta um novo lote, a produção teria que, dentro de um período de sensivelmente 8 horas, repor esse lote. No entanto, se as máquinas de injeção que funcionam como o fornecedor das células de fabrico não conseguirem satisfazer os pedidos do cliente (células de produção), o processo entra em decadência. Não há

material para que se possa novamente repor o lote em falta. O que falhou claramente foi o processo de cartões *kanban* não estar ainda a funcionar eficazmente no sector de injeção da fábrica. Este aspecto indica que o processo de cartões *kanban* no sector de produto acabado só funciona bem, se os seus fornecedores forem capazes de reagir face às suas necessidades. Caso haja falhas no processo de fornecimento das células, nomeadamente para produtos que ainda vão ser usados na montagem do autoclismo, implica que todo o fluxo de produção entre em decadência e se descontrole. Apenas se consegue repor o processo, quando novamente se consegue repor os lotes que estão a dar necessidades de produção. Por isso as empresas tendem a criar espaços logísticos que armazenam material para estas situações, o que não é desejável. Assim, a solução passará por integrar o processo de *Pull Flow* em toda a cadeia de abastecimento, nomeadamente nos fornecedores internos e externos.

### **2.8.1. Combinação das técnicas MRP e a metodologia *Just-In-Time***

Segundo Forno et al. (2007), o *kanban* e o *MRP* podem coexistir, embora num grau muito limitado. O *MRP* pode ser usado na produção para se proceder ao pedido de materiais e componentes a fornecedores, mas há pouca influência do *MRP* dentro da produção. Os fornecedores usam os programas *MRP* como um plano global de produção e para determinar a sequência de pedidos dos componentes, mas a produção real desenvolve-se seguindo a técnica *kanban*. Segundo os mesmos autores essas versões de sistemas *Pull* reduzem muito o stock em processo de peças na respectiva fábrica (Forno et al. 2007).

Para Figueira (1992), o *MRP* faz o cálculo dos componentes necessários e os relaciona de maneira exacta com o programa de produtos finais, não contemplando atrasos ou alterações nos programas, o sistema *Just-In-Time* determina de forma exacta a produção que é necessária naquele momento. Esse problema deve-se ao facto de os lotes serem consideravelmente grandes ou então o sistema ficar sujeito a longos períodos de espera. Este autor defende ainda que a prática corrente nas empresas consiste em proceder à combinação de ambas as técnicas. Deste modo a gestão de matérias-primas e de encomendas a fornecedores é feita sobre uma lógica *MRP*, enquanto a produção diária é gerida sob a técnica *Kanban*. Contudo, há casos em que a utilização das técnicas *MRP* e *Kanban* são aconselháveis também ao nível de produção, nomeadamente os produtos que não podem seguir um mesmo fluxo de produção (Figueira, 1992).

Na perspectiva de Courtois et al. (1997), o método *kanban* aplica-se apenas a empresas com produção repetitiva e se essa produção for irregular, o sistema *kanban* poderá não obter resultados satisfatórios no curto prazo. Segundo estes autores uma das limitações do *kanban* é a de corresponder a um sistema de gestão de curto prazo, não se podendo portanto aplicar a situações de carácter previsional. O método *kanban* também não está adaptado para desencadear os aprovisionamentos ou as produções quando o prazo de antecipação é demasiado grande, logo não deverá de ser utilizado. Em contrapartida poder-se-á colmatar essa lacuna com o método *MRP*, em que basicamente o funcionamento deixará de se basear na procura real, mas sim numa procura estabilizada. Deste modo a ferramenta *MRP* vai estabelecer os programas previsionais de produção assegurando a estabilidade entre a procura e a capacidade das

diferentes secções. Nesta perspectiva poder-se-á programar simultaneamente *MRP-Kanban* (Courtois et al. 1997).

De facto pode-se constatar que o *MRP* pode não funcionar bem juntamente com o sistema *kanban*, uma vez que o sistema *kanban* reflecte directamente o estado real da produção, e o *MRP* dá a sugestão de produção não atendendo a falta de materiais, ou quebras e falhas nas máquinas. Mesmo assim, estes dois processos bem combinados podem funcionar bastante bem, uma vez que o sistema *MRP* poderá dar a informação de que haverá uma nova encomenda e quais as mais relevantes, conforme os pedidos mais urgentes de encomenda. O sistema *kanban* dá a informação a nível operacional da falta de material e necessidade de repor novamente um determinado lote, uma vez que ao entrar nas rupturas dá a indicação de que será necessário repor novamente o stock daquele componente.

Quando se prevê que num determinado período irá haver uma grande procura de um produto, o sistema *MRP* dá o sinal de que será necessária uma certa quantidade de componentes para satisfazer esse pedido. Isto acontece porque é inserido no programa *MRP* uma encomenda do cliente com a quantidade pretendida. No sistema de cartões, como o pedido é feito quase instantaneamente, ou seja, apenas quando se despoleta o lote, o tempo de reposição pode não ser suficiente para satisfazer a encomenda no tempo pretendido. Isto porque não se pretende que haja, muito stock acumulado para colmatar estas situações, uma vez que podem ser apenas temporárias e sazonais.

## **2.8.2. Método de funcionamento da técnica *kanban***

Segundo Figueira (1992) existem essencialmente 2 tipos de *kanban*, nomeadamente *kanban* de movimentação e *kanban* de produção.

O *kanban* de produção é uma ordem de fabrico que circula permanentemente no fluxo de produção, em que acompanha o fluxo de componentes no sentido a jusante e retoma a montante logo que todos estes componentes são consumidos. Desta forma, o ritmo de produção é dado pelo ritmo de circulação dos *kanbans* de produção. Assim sendo, o posto que está a jusante controla os postos de trabalho que estão a montante.

Desta forma quando um determinado posto de trabalho termina uma caixa, imediatamente procede à afixação de um cartão *kanban*, e envia-o para o posto de trabalho “cliente”, ficando este em espera. Quando a caixa é totalmente consumida, o cartão *kanban* é devolvido novamente ao posto de trabalho a montante. Seguidamente o cartão *kanban* é colocado num quadro de planeamento, junto do posto de trabalho do fornecedor, à espera de que se produza novamente a quantidade estipulada daquele componente e se repita novamente o ciclo (Figueira, 1992).

## **3.7.3. Regras de funcionamento do sistema *Kanban***

De acordo com Figueira (1992), é necessário que se respeitem as seguintes regras para que o sistema *kanban* funcione correctamente:

1ª – Cada posto de trabalho deverá colocar em cada caixa completa um cartão *kanban*, garantindo deste modo a devida identificação e a guia de remessa para o posto a jusante;

2ª – Cada cartão *kanban* que não esteja fixado numa caixa representa uma ordem de produção de uma quantidade fixa de uma certa referência de componentes;

3ª – Cada caixa deverá de ter especificado o número de componentes que transporta;

4ª – O número de *kanbans* de uma determinada referência que circule entre os postos é previamente calculado;

5ª – Um cartão *kanban* só deverá encontrar-se nos seguintes lugares:

- Estar fixado numa caixa que esteja em trânsito no sistema, ou então no supermercado;
- Estar livre, se efectivamente se encontrar no percurso de volta ao posto de trabalho fornecedor;
- Estar no quadro de planeamento do posto de trabalho que produz aquele componente.

Seguindo esta técnica, o número de caixas que se encontram em sistema de uma determinada referência, entre dois postos, é sempre menor ou igual ao número de cartões *kanban* existentes. E o operador ao visualizar o seu quadro de construção de lote sabe imediatamente o stock de um determinado componente que está em curso e em casos urgentes estabelecer a sua prioridade de produção.

Através da aplicação desta técnica extremamente simples, consegue-se atingir os objectivos da filosofia JIT, designadamente em limitar o stock de material e produzir exactamente o que é necessário (Figueira, 1992).

## 2.9. Quadro de construção de lote

Figueira (1992), especifica que o quadro de construção de lote deve ser colocado perto de cada posto de trabalho, e tem como função afixar os *kanbans* que provêm das solicitações de produção dos “clientes internos”. Estes servem de orientação para o operador, na medida em que lhes dá a indicação de quanto produzir, quando e que componente. O quadro de construção de lote possui tantas colunas quantas referências de *kanbans* diferentes existirem, em que cada coluna deverá possuir as ranhuras necessárias para colocar os cartões *kanban*. Sempre que chegam cartões *kanban* o operador vai tomando conhecimento dos consumos do seu “cliente”.

Desta forma sugerem que cada coluna do quadro possua 3 limites, nomeadamente um limite que corresponda ao número máximo de cartões *kanbans* admissível para uma determinada referência, um limite a que corresponda a um lote mínimo para que se possa dar início à produção e, por último, um limite que assim que seja atingido obrigue imediatamente à produção dessa referência sob a pena de se verificar uma rotura no abastecimento (Figueira, 1992).

Basicamente estas foram as metodologias que foram seguidas no âmbito deste projecto, contudo segundo o método que foi implementado, assim que se encontra como terminada uma caixa de produto acabado com um determinado componente, este seguiria para o “supermercado” devidamente identificado e ficava em fila de espera. Deste modo garantiu-se que quando fosse necessário esse componente, ele estaria já à disposição para ser utilizado e que haveria um local onde vários postos de trabalho pudessem ser abastecidos com aqueles componentes, seguindo o sistema de produção *FIFO (First In First Out)*. A partir desse momento segue-se o ciclo normal, até que esse cartão *kanban* desse novamente ordem para que fosse necessária nova produção do componente lá especificado.

Nesta fase, e para se determinar a quantidade a produzir de um determinado componente, o cartão *kanban* é reposto perto do local de trabalho num “quadro de construção de lote”, que daria a informação de quando produzir e a quantidade a produzir. Este método serve para regular o fluxo de produção, uma vez que, apenas quando existir uma quantidade predefinida de cartões no quadro é que vai dar ordem de início de produção daquele componente. Este facto garante que haja uma produção cuidada de pequenos lotes e que haja uma margem de tempo para se restabelecer o que vai ser necessário produzir daquele componente (Figura 9).

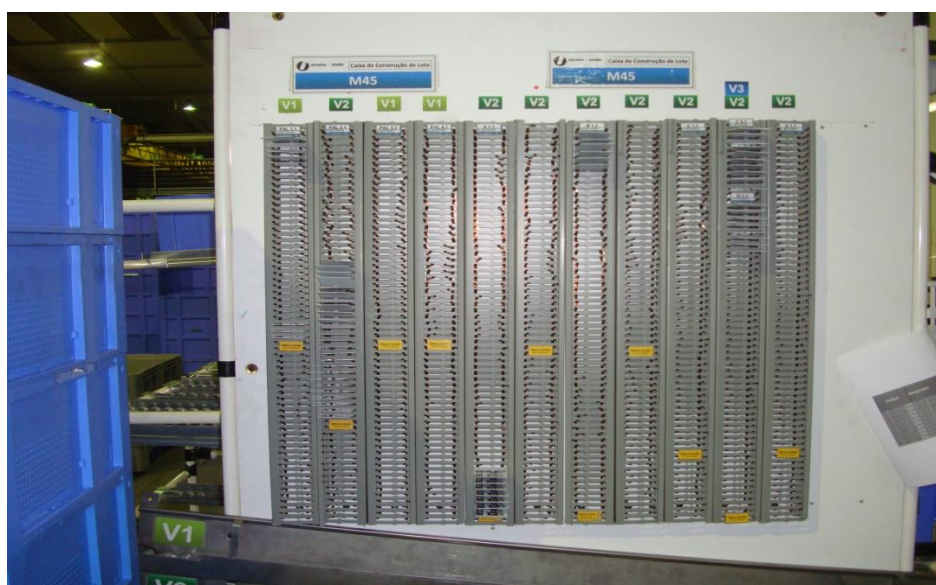


Figura 9 - Quadro de construção de lote.

Deste modo garante-se que apenas será necessário iniciar-se a produção de determinado tipo de componente quando este estiver a ser solicitado no quadro de construção de lote. A operadora só iniciará a produção quando encontrar no sequenciador a indicação de que é necessário iniciar nova produção. Quem garante que todo este processo flua é quem abastece os postos de trabalho, uma vez que dependendo dos cartões *kanban* que recolhe das linhas, volta a preencher as ranhuras daquele componente no quadro e volta a dar ordem de nova produção. Para tal, assim que o último cartão a introduzir na ranhura já não couber despoleta um novo lote e colocam-se todos esses cartões num sequenciador e a operadora fica a saber que deverá produzir aquele lote. Assim há garantia de que se produz apenas o desejado e se introduzem



novamente os cartões nessas caixas e o ciclo reinicia-se. Caso se perca algum cartão este processo poderá ficar limitado, mas mesmo assim funciona, apenas com uma margem de manobra mais reduzida. De modo a combater este problema, devem-se fazer contagens aos cartões em períodos de tempo predefinidos. Nesta fase a contagem será feita a todos os códigos e faz-se uma análise aos números dos cartões de modo a que a sequência de números de cartões não esteja corrompida. Caso isso aconteça, deve-se proceder a nova impressão apenas dos cartões em falta do mesmo código. No momento em que se procede à produção para repor o lote despoletado, caso não haja material, ou pelas mais diversas razões não se possa ainda produzir, esses lotes deverão de ser colocados no sequenciador, de modo a indicar que não pode ser produzido e que está em ruptura.

## **2.10. Dimensionamento das caixas *kanban***

Segundo Courtois et al. (1997), cada caixa do mesmo tipo de produtos deve conter a mesma quantidade. Para se determinar a capacidade de uma caixa é necessário ter em consideração as características do produto, nomeadamente o seu peso e volume e, para além disso, a quantidade dimensionada deve assegurar a fluidez da produção. Deve-se ter em conta o tempo de consumo dos produtos e o prazo de produção. O sistema *kanban* deve também ser evolutivo e continuamente melhorado, permitindo ao sistema ser mais reactivo e flexível e assim reduzir a quantidade por contentor. O objectivo é conseguir a quantidade óptima (Courtois et al. 1997).

O acondicionamento do material requereu também uma análise de custos, uma vez que, sabendo a quantidade ideal a colocar por caixa, saber-se-ia quantas caixas eram necessárias para abastecer todas as células que adoptaram o *kaizen*. Retirando estes valores e sabendo que cada bordo de linha deveria conter o material que garantisse que o operador possa proceder à montagem de autoclismos até novo abastecimento, atribuiu-se a cada componente um tipo de contentorização<sup>4</sup>. Este permite que o material fique bem acondicionado no bordo de linha e que dure para um período de produção de pelo menos 30 minutos, dependendo do tipo de material (ver anexo 10).

### **2.10.1. Número de *kanbans* que devem existir em sistema**

Courtois et al, (1997), afirmam que, no início as empresas evoluem passo a passo a partir de um número elevado de *kanbans* e vão diminuindo aos poucos até que o fluxo rompa. Não existe nenhuma fórmula mágica para se determinar o número de cartões *kanban*, mas deve-se ter em atenção que o número de *kanbans* deve cobrir os imprevistos gerados pelo sistema produtivo, caso contrário o fluxo romper-se-á permanentemente (Courtois et al. 1997).

Esta etapa é um passo primordial para que o sistema possa fluir com naturalidade. A base pela qual se calculou o número mínimo de *kanbans* que deveriam circular foi baseado na procura

---

<sup>4</sup> Contentorização - Termo empregue na empresa Oliveira & Irmão que indica que os componentes têm de ser armazenadas em caixas standardizadas, segundo as regras previamente estabelecidas.



do produto, ou seja, foi feita uma análise ABC dos produtos que eram requisitados numa maior quantidade e também com maior frequência. Este processo não foi conseguido à primeira vez, criou-se esta dicotomia para distinguir, mas não foi suficiente, porque a análise não foi facilmente demonstradora da realidade. O facto de constantemente estarem a ser criados novos códigos e a tornarem-se outros obsoletos, incumbiu também uma das questões que não permite que facilmente se construa um sistema desta dimensão. Esta análise foi feita mais propriamente para as torneiras. As torneiras são um componente intermédio dos autoclismos, e são necessárias enormes quantidades de produção, já que todos os autoclismos, independentemente do modelo, levam uma torneira.

O facto de por exemplo o sector das torneiras ter um grande número de códigos a produzir e ser insensato construir quadros de construção de lote para todos os componentes em causa, criou-se uma distinção entre componentes mais usados e componentes menos usados. Diferenciaram-se os produtos que eram mais usados como sendo de referência A e os produtos que tem uma menor procura como sendo de referência C (os produtos que tenham um grande pico de procura mas apenas em determinadas alturas foi considerado como referência C, uma vez que só iria ter impacto naquele período específico e o que se pretende é que se distinga os produtos que tem um elevado nível de rotação de stocks). As torneiras que fossem para ser gastas nas células de autoclismos exteriores, estas com grande frequência, considerou-se de referência A.

Deste modo criou-se uma caixa de construção de lote para os produtos denominados como referência A e as referências C eram produzidas sempre que não houvesse referências A a produzir. Deste modo garantiu-se que as produções de referência A fossem sempre produzidas atempadamente, porque o supermercado continha stock de torneiras de referências C suficiente para as necessidades de menor frequência. Isto só foi possível porque se está a planear a produção segundo o *MRP*. Havendo este stock garantido, sempre que despoletasse um novo lote no quadro de construção de lote, ter-se-ia tempo suficiente para produzir esse produto, sem que nenhum cliente entrasse em ruptura. As referências C poderiam ser apenas produzidas nos tempos inactivos de produção de referências A, uma vez que o supermercado conseguia suportar os níveis de consumos até nova produção, sendo estes diminutos. Esta terminologia não é a mais desejável seguindo um raciocínio de *just in time*, mas é o que se enquadra melhor nos métodos de produção da empresa. A única forma de garantir que não haja falta de componentes intermédios nas células a jusante é possuir um stock mínimo de material armazenado. É de salientar que estes lotes têm uma rápida taxa de rotatividade. O período pela qual se deveria actualizar o quadro de construção de lote, deveria ser de 3 em 3 meses, de modo a estar sempre actualizado, de acordo com a procura de mercado. Desta forma garante-se que não falta torneiras para produto final e para serem usadas nas células a jusante.

## **2.11. Método *Pull Flow* e a redução de desperdício**

De acordo com a Productivity Press Developmet Team (2002), no sistema *kanban* o processo produz somente as unidades necessárias para substituir aqueles que foram retraídos pelo processo a jusante. Os operadores vão ao processo precedente retirar as peças que precisam. Fazem isto somente nas quantidades e no momento em que as unidades são

necessárias. O começo deste sistema da retirar as peças começa com uma ordem do cliente, e é chamado o método *Pull Flow*.

O método *Pull* é baseado no conceito de um supermercado. Num supermercado, os clientes compram produtos que já existem nas prateleiras e as prateleiras são reabastecidas enquanto os clientes removem os produtos da prateleira. Aplicado ao “*Lean Production*”, este processo inverte o grande método do “impulso” de produzir os produtos baseados numa estimativa de vendas previstas.

Um sistema *Pull* cria a flexibilidade na produção de modo a que o que foi requisitado seja produzido exactamente, quando se requisita, e somente nas quantidades requisitadas. Desta maneira é possível eliminar a produção em excesso. O objectivo conceptual final é zero *kanbans*, que elimina o inventário de trabalhar em processo, ou seja, a ordem do cliente transforma-se no sinal para um fluxo contínuo.

A técnica *Kanban* constitui a sincronização para sequenciar as operações que são necessárias à produção de cada produto. Deste modo diminui-se os stocks e torna-se o *lead time* mais curto. Este sistema é auto regulador ajustando os parâmetros de gestão às variações da procura (Productivity Press Developmet Team, 2002).

### **2.11.1. Vantagens do *Pull Flow***

O *Pull Flow* é um modelo de organização industrial que tem como principal objectivo optimizar o fluxo de materiais:

- O cliente passa a “puxar” e como consequência ordena a produção das suas necessidades;
- É um sistema que torna as encomendas dos clientes conhecidas e visíveis para a produção, num período de tempo o mais curto possível;
- Permite realizar o Controlo Visual da Produtividade e dos Fluxos de Informação e de Materiais;
- Procura satisfazer o cliente optimizando a Qualidade, Custo, e Entrega;
- Envolve em conjunto a Produção e a Logística.

O *Pull Flow*, entre outras vantagens permite:

- Produzir apenas o que o cliente necessita;
- Reduzir tempos de entrega;
- Reduzir stocks e evitar superproduções;
- Garantir o sequenciamento de materiais FIFO (*First In First Out*);
- Obtenção de uma resposta mais rápida;
- Optimizar a cadeia produtiva.

O *Total Flow Management* é a aplicação do *Pull Flow* à totalidade da cadeia de fornecimento (Kaizen Institute, 2004).

Para se produzir apenas o desejado, o ciclo de produção deve obedecer ao Tempo de *Takt*, ou seja, deve corresponder ao ciclo de consumo (ver anexos 3, 4, 6 e 7):

$$\text{Tempo de Takt} = \text{Tempo Disponível para Produção (1)} / \text{Necessidade do Cliente (2)}$$

- (1) Tempo total deduzido de todas as paragens programadas.
- (2) Número de peças requeridas no período de tempo.

Através do tempo de *Takt* sabe-se ao certo, quais as produções de cada célula, sem haver desperdícios, ou seja, apenas considerando o fluxo normal de trabalho.

## **2.12. *Lean Manufacturing***

Segundo Pavnaskar et al. (2003), o *Lean manufacturing* tem sido a palavra de ordem na área da produção nos últimos anos. O conceito surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial quando os fabricantes japoneses perceberam que não podiam arcar com os enormes investimentos necessários para construir instalações similares às dos E.U.A. O objectivo deste método de manufactura é a redução do desperdício, redução do esforço humano, redução de stocks, redução do *lead time* e redução do espaço de produção de modo a tornar-se altamente sensível às necessidades do cliente. Os benefícios da produção são evidentes nas fábricas em todo o mundo. Permite reduzir os tempos de ciclo, reduzir as tarefas em processamento (*WIP – work In Progress*), melhorar os tempos de entrega, aumentar os lucros, diminuir os custos, melhorar a utilização das ferramentas, reduzir os stocks e obter um rápido retorno do investimento. Segundo esta metodologia há uma valorização de competências, na medida em que obriga o envolvimento de todos no processo de manufactura (Pavnaskar et al. 2003).

## Capítulo 3 - Implementação das metodologias de melhoria contínua

Como se pode constatar são inúmeras as vantagens que estes novos métodos introduzem na empresa. Além disso, estas metodologias são inovadoras, podendo trazer inúmeras vantagens e formas de colmatar problemas existentes. É de salientar que no seio de uma empresa, o que hoje é eficaz e elimina os principais problemas, pode não o ser no longo prazo. Como tal deve existir dentro da empresa a ideologia de melhoria contínua, que os métodos podem ser aperfeiçoados e adaptados à medida que as mudanças assim o exijam. Pretende-se neste capítulo fazer uma breve referência à implementação de melhorias na secção de autoclismos exteriores e sua envolvente. O que se implementou, foi de acordo com as necessidades da empresa, mas reflectindo sempre uma ideologia de redução de desperdícios e criação de valor para o produto. Os métodos empregados foram de encontro às necessidades do processo de fabrico da empresa Oliveira & Irmão, e como tal, as soluções que se encontraram para solucionar os problemas vão de encontro com as dificuldades encontradas no terreno.

As fases que se seguiram para implementar gradualmente os conceitos *kaizen* nas linhas de produção de autoclismos exteriores foram as seguintes:

- Estudo das cadências da linha e do *standard work*;
- Análise e melhoramento do *standard work*;
- Dimensionamento das caixas *kanban*;
- *Line Design*;
- Análise de novas cadências e aplicação de melhorias *just in time*;
- Estudo do circuito de abastecimento e o dimensionamento do supermercado;
- Acompanhamento regular e melhoramento (ciclo *SDCA*).

Para que se pudesse implementar o sistema *kanban* neste sector, efectuaram-se melhorias significativas nos processos de produção. Foi necessário que alguns critérios estivessem completados, para que se criassem as condições mínimas para passar ao patamar seguinte. Os estudos efectuados foram no sentido de otimizar os meios que já se tinham à disposição. Deu-se grande ênfase ao processo de abastecimento das células de produção, uma vez que, é nesta etapa que se consegue reduzir mais desperdícios e se consegue assegurar que o processo de montagem tenha menos lacunas.

### 3.1. Estudo das cadências da linha e do *standard work*

A primeira fase é acima de tudo primordial para o seguimento dos projectos, em que se procede a um estudo das cadências da linha. Basicamente faz-se um estudo do tempo de ciclo da máquina de injeção que abastece a operadora directamente na célula e do tempo que se necessita para que a célula seja abastecida pelos restantes componentes (ver tabela 1). Analisa-se os tempos que estão a ser praticados pelos operadores face às condições que se encontram

disponíveis para produzir determinados produtos. É feito uma análise a todos os movimentos desempenhados pelo operador e posteriormente um estudo dos tempos que não acrescentam valor às actividades. Há certos movimentos que inicialmente se impõem e por não terem um constante acompanhamento, rapidamente são perdidos. É neste âmbito que se criam standards de modo a incumbir aos operadores as melhores práticas. A melhor forma de proceder ao estudo das cadências é no *gemba*, apenas retirando os tempos e actividades que o operador em causa está a praticar para produzir determinado produto. Depois de retirados esses tempos, rapidamente se consegue descartar as actividades que não acrescentam valor ou que poderão ser desempenhadas por outros (ver anexo 17).

O *standard work*, é o trabalho normalizado. A norma é criada através da observação dos operadores e visa o aumento de produtividade via redução dos desperdícios de movimentação, dos desperdícios em tempos de espera de materiais, e na eliminação de defeitos.

### 3.2. Análise e melhoramento do *standard work*



Figura 10 - Melhoramento do *standard work*.

Se não estiver devidamente cronometrado com a execução das restantes tarefas, o processo vai sofrer um “efeito gargalo” e haverá desperdícios que inevitavelmente se acumulam. Como o que se pretende é que haja controlo de todas as tarefas e que todo o processo esteja interligado e interdependente, esta fase tem de ser muito bem dimensionada e estudada.

Para que se consiga desde o início tomar o controlo de todo este processo, retiraram-se os tempos de execução de todas as tarefas que o operador teve que efectuar para montar um autoclismo. Depois de retirados os tempos de execução, procedeu-se a uma normalização das tarefas em que se estipulam tempos padrão para a execução das actividades. Para tal efectuou-se um estudo de todas as tarefas que o operador teria que desempenhar para montar o autoclismo e retiraram-se os movimentos que não eram desnecessários e que não acrescentavam valor ao produto (ver anexo 17). Apenas sabemos que os standards que estamos a criar são os mais adequados quando se implementa. Mesmo nessa altura o processo sofre alterações e são feitos novos ajustes, estes com a ajuda do próprio operador. Nem sempre o que parece ser o mais viável, se enquadra com a realidade, por isso, depois de ser feito um teste às tarefas a implementar, é feita uma análise em que, poderá ou não, aprovar o novo processo. Nesta fase os

operadores fazem uso da sua experiência e de acordo com as necessidades actuais ajudam na standardização das etapas do processo.

### **3.3. Dimensionamento das caixas *kanban***

O dimensionamento das caixas requer que esteja efectuada a cadência da linha. Tem que se saber quantos componentes se gastam durante um certo intervalo de tempo para que se consiga dimensionar a quantidade necessária a colocar em cada caixa, bem como o número de caixas necessárias que permita a produção sequencial de um determinado produto. Assim sendo, e dependendo do tamanho dos componentes, podemos formar lotes que consigam deixar a célula abastecida por um determinado período de tempo desejado. Para além do dimensionamento das caixas, tem-se também que dimensionar a quantidade de caixas *kanban* que o bordo de linha poderá levar para que haja a garantia que a célula fique abastecida por um período de tempo razoável (que permita que a célula seja abastecida normalmente sem criar entropias no sistema). É de salientar que nem todos os componentes tem a mesma dimensão, pelo que uma caixa de determinado componente pode dar para uma grande produção e várias caixas de um componente de grandes dimensões, apenas dar para alguns minutos. Como tal, de forma a colmatar esta discrepância, optou-se por abastecer os componentes em diferentes tipos de caixas, de modo a garantir que a célula não pare por falta de material. No caso do abastecimento de EPS, tampas e caixas optou-se por abastecer ainda em contentores, uma vez que o fornecimento destes componentes no processo a montante é mais rentável se for desta forma. Caso contrário, seria necessário recorrer a abastecimentos ainda mais repetitivos, o que seria uma fonte de desperdício, já que se perdia custos em mão-de-obra exorbitantes. O dimensionamento do material nas caixas é realizado de acordo com o volume que esse componente ocupa e com a dimensão da respectiva caixa. Depois de dimensionado as caixas para cada tipo de material, garante-se que todos os postos de trabalho, são abastecidos da mesma forma. Quem garante que cada tipo de componente é sempre acondicionado da mesma maneira é o responsável pela produção desse componente.

### **3.4. *Line design***


O *line design* é considerado a fase fundamental para que se possa prosseguir com o plano de trabalhos. Nesta fase é feita uma análise às condições existentes no método de trabalho actual e é sugerido um plano de melhorias (ver figura 11). Através de uma análise ao *layout* da célula de produção poderá ser elaborado um plano de melhoria que assenta essencialmente em aperfeiçoar e eliminar desperdícios ao método de produção. Nesta altura é feita uma reestruturação do próprio posto de trabalho, em que as tradicionais linhas de produção são transformadas em células de produção de acordo com as melhorias implementadas e as necessidades em causa.



**Figura 11 - Fase do *line design* do bordo de linha.**

Durante o *line design* são feitas simulações da montagem do bordo de linha e das tarefas que se vão desempenhar, para que na implementação corra tudo de acordo com o pretendido. Estas tarefas são feitas com a ajuda dos operadores de modo a darem indicações da melhor ergonomia para o posto e da sequência de montagem do produto em causa. Os componentes que anteriormente eram montados de forma desorganizada são agora montados de forma sequencial e ordenada, não se repetindo a mesma tarefa mais do que uma vez.

Para que tudo decorra de acordo com os objectivos, realizou-se um plano de acções do que se deseja ver cumprido (figura 12). Ao conjunto de responsáveis pelo projecto é atribuído um conjunto de tarefas que se querem ver realizadas num determinado período de tempo. É definido também um prazo para a realização desse plano de acções.

				Data regis				30-03
Project	Sub-grupo	Responsável	Tarefa	tr	ini	fi	av	
Twins	SS	Gisela Martins	Definir e identificar zonas para contentores e agilizar devoluções (placas não utilizado)	19-03	30-03	06-04		
Twins	SS	Gisela + Pedro Silva	SS de material e ferramentas	19-03	01-04	01-04		
Twins	SS	Pedro Silva	Posto de limpeza nas células	19-03	07-04	08-04		
Twins	Standard Work	Gisela Martins	Norma de limpeza + checklist-layout	19-03	03-04	03-04		
Twins	Standard Work	Gisela Martins	Quadro de melhoria (PDCA)	19-03	01-04	01-04		
Twins	Poke-Yoke	Gisela Martins + Edgar Lopes	Analisar erros mais comuns e estudar implementações poke yoke	19-03				
Twins	Poke-Yoke	Gisela Martins	Poke Yoke nos dispositivos	19-03				

**Figura 12 - Plano de acções exemplificativo.**

Para que não haja tarefas repetidas, o plano de acções deve ser do conhecimento de todos os intervenientes no processo e regularmente proceder a reuniões para se verificar o estado do projecto. É também crucial que estas actividades sejam seguidas pelos responsáveis a nível operacional, de modo a saberem do estado das tarefas. Quando não se consegue executar um plano no período estabelecido, este deverá ser rectificado e ser novamente revisto o plano de viabilidade.

### 3.5. Análise de novas cadências e aplicação de melhorias *just-in-time*

Figueira (1992) salienta que todo este processo só se torna viável após o seguimento de várias etapas, nomeadamente:

- Redefinir *layouts* de acordo com a produção em fluxo;
- Transformar a qualidade como uma responsabilidade de todos;
- Programar uniformemente;
- Implementar uma técnica de sincronização entre operações;
- Estabelecer relações de parceria com os fornecedores;
- Melhorar a concepção dos produtos;
- Implementar uma técnica de medição de progresso.

A base de estudo para o surgimento de melhorias é um trabalho que deve de ser feito por todos. Não basta implementar melhorias internas e esperar que o sistema melhore espontaneamente. É necessário criar laços de parceria que permitam que as soluções implementadas não entrem em decadência. O melhoramento dos produtos é mais fácil quando todos estão empenhados em criar valor para a empresa, garantindo a qualidade do seu próprio produto (Figueira, 1992).

#### 3.5.1. Análise de layouts

Para Kutz (2004), a transferência de materiais deverá ocorrer apenas quando desejado. O transporte de peças não acrescenta valor ao produto, e como tal, é uma tarefa que deve ser feita apenas quando necessária. Quanto mais tempo os materiais percorrerem até chegar ao posto de trabalho, mais cara fica a produção desse produto. Deve-se eliminar ao máximo o transporte desnecessário de peças, de modo a tirar um maior proveito do fluxo dos materiais (Kutz, 2004).

Como tal, na análise dos *layouts*, tem-se em consideração, o tempo que as peças vão demorar até chegar ao operador. O transporte de peças é feito apenas quando necessário, de modo a evitar um custo no produto final acrescido. De modo a garantir uma menor distância entre a passagem do *mizusumashi* e o posto trabalho, tentou-se colocar os bordos de linha o mais junto possível dos espaços reservados para a passagem deste.



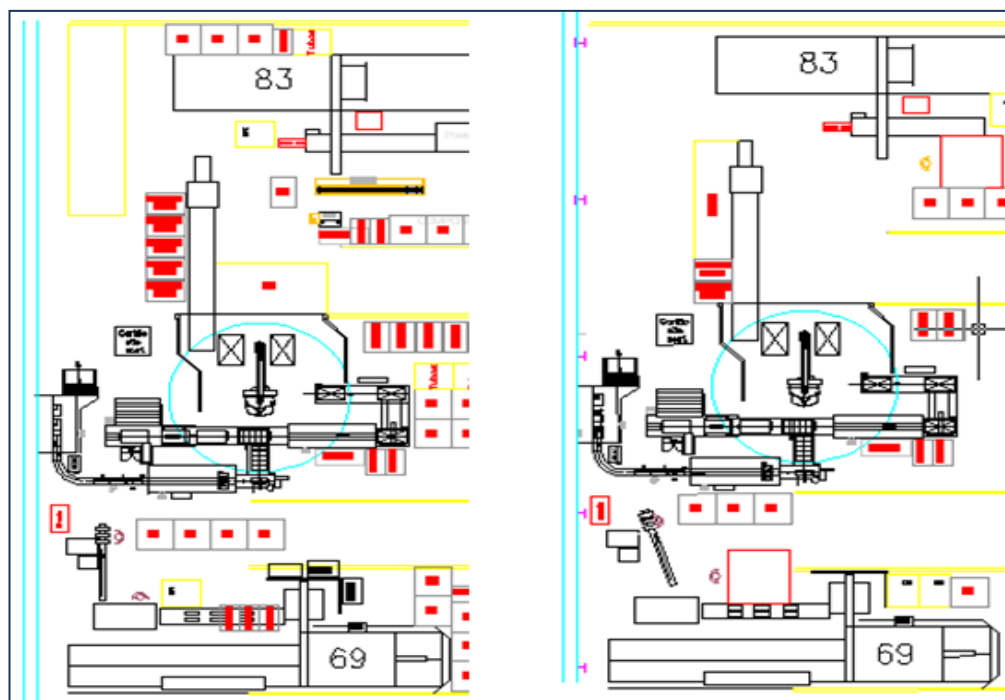


Figura 13 - Alteração do layout das máquinas 69 e 83.

Antes da implementação, o material era abastecido um dia antes do início da produção, havendo enormes pilhas de contentores junto às máquinas (ver figura 14). Caso fosse necessário proceder-se a uma mudança repentina de produção perdia-se bastante tempo. O espaço de manobra tornava-se bastante reduzido. Todo o ambiente de trabalho era desorganizado, não havendo locais devidamente definidos para colocar o material. Todo o material a devolver estava em redor dos postos de trabalho, sem ser transferido e devidamente arrumado.



Figura 14 - Abastecimento de material junto ao posto de trabalho.

Após as implementações o material passou a ser abastecido no momento da produção, foi libertado espaço para as passagens dos *mizusumashis* e dos empilhadores. Com a construção dos bordos de linha os operadores ficam afectados a tempo inteiro no seu posto de trabalho, agregando valor ao produto. Os materiais facilmente ficaram identificados, e o processo de devoluções mais transparente, uma vez que com uma maior facilidade sabe-se quais as quantidades a devolver e os respectivos códigos (ver figura 19).

### 3.5.2. Construção do bordo de linha

Antes de se ter um bordo de linha especificado para cada local de trabalho, os componentes estavam desorganizadamente espalhados e havia um grande aglomerado de materiais à volta de cada posto de montagem. O espaço era consideravelmente mal usado.



Figura 15 - Postos de trabalho antes da implementação dos bordos de linha.

O uso de contentores para quase todos os componentes tornava-se um problema comum e sem fim à vista. Todos os componentes que comporiam um autoclismo estavam em torno do posto de trabalho, mas não sempre dispostos da mesma forma. Havia dificuldade na circulação de operadores e o fluxo de materiais era desorganizado. Os materiais eram levados para perto do posto de trabalho e posteriormente os operadores procediam ao seu próprio acondicionamento, o que limitava bastante o desempenho de todos os intervenientes. Cada operador colocava o material de acordo com a sua ergonomia e procedia à montagem dos componentes conforme lhe desse mais jeito.

### 3.5.3. Projectar os bordos de linha



Figura 16 - Aspecto do local de trabalho, antes da implementação dos bordos de linha.

Esta é uma etapa crucial no desenvolvimento do plano de acções, uma vez que através da informação obtida no momento do dimensionamento das caixas e das quantidades a colocar em cada bordo de linha projectou-se os bordos de linha de acordo com o número de peças que aquele posto estava habilitado a montar por unidade de tempo. Basicamente, depois de se saber a quantidade que cada caixa poderia conter, estudou-se os tempos que esses materiais demorariam a ser consumidos para que a linha funcionasse durante um determinado tempo. Um aspecto importante que se teve em conta, foi o facto de nem todos os componentes terem a mesma dimensão e quantidades, e poderem ser esgotados mais rapidamente, como se pode ver na figura 17. Para esses casos, estudou-se outra forma de se abastecer a linha. Em primeiro lugar dimensionou-se cada tipo de caixa para os diferentes componentes, depois ajustou-se, fazendo referência à quantidade que cada caixa poderia levar. Seguindo o mesmo raciocínio, sabe-se que ao final de um determinado tempo, o material irá esgotar-se no posto, uma vez que a matéria-prima vai sendo abastecida à linha gradualmente num tempo cíclico. Depois de dimensionado os diferentes bordos de linha das células, calculou-se um tempo médio de referência para o *mizusumashi* passar em cada célula de acordo com o consumo das peças (ver anexo 14). A partir desta fase, poder-se-ia definir um tempo de ciclo para o *mizusumashi* abastecer as células.

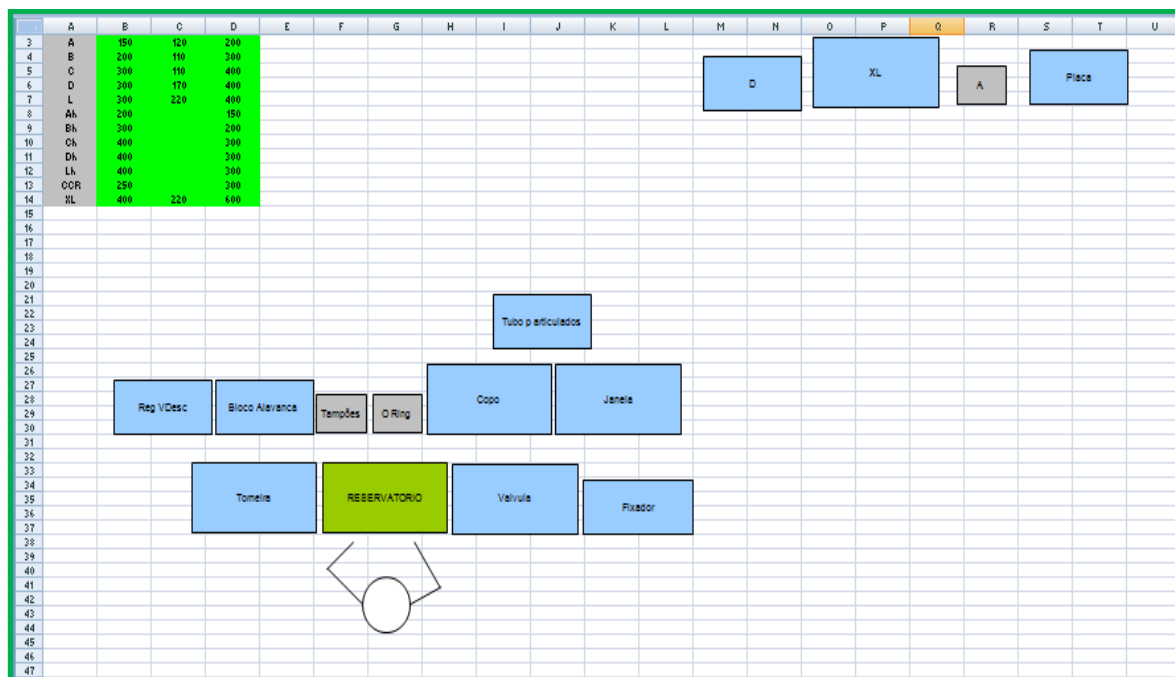


Figura 17 - Construção do Bordo de Linha.

Numa fase inicial fez-se um estudo do *layout* dos componentes no bordo de linha da célula de produção, em que se dimensiona (baseado em tempos de execução previamente retirados) a maneira como irá ficar disposto os componentes de forma mais ergonómica e prática para o operador. Nesta fase teve-se em atenção a dimensão das caixas e também o tamanho com que a célula iria ficar. De acordo com os produtos que cada célula está habilitada a montar, e consequentemente com os materiais que vai ter de usar, para cada caso fez-se a simulação do tamanho que o bordo de linha teria de ter, número de caixas que iria conter e a forma como os componentes vão ficar dispostos de forma a eliminar as tarefas redundantes.



**Figura 18 - Ajustes ao Bordo de linha.**

Depois de elaborado o bordo de linha, já com o dimensionamento das caixas e da ergonomia correcta, passamos à fase de pequenos ajustes (ver figura 18). Deste modo, e com a ajuda dos operadores fez-se pequenos ajustes. Um dos aspectos que não estavam ainda bem dimensionados era o retorno das caixas vazias. Rapidamente ficavam cheios e perdia-se bastante tempo a tentar arranjar espaço. A solução passou por fazer outro retorno, que apenas era usado para caixas mais pequenas, uma vez que esse retorno ficava em frente da operadora e era de fácil manuseamento. Um pormenor interessante foi também o abastecimento de tubos, que anteriormente era feito através de um contentor, agora passou a ser efectuado através de uma “corrediça” que permitia que os tubos deslizassem até à operadora. Estas ideias passaram também pelo ponto de vista dos próprios operadores, que segundo uma perspectiva de melhoria faziam parte do processo. O facto de os operadores agora estarem sempre no posto fez com que se eliminassem desperdícios, nomeadamente, no tempo de abastecimento. O tempo que anteriormente era usado pelo operador em auto abastecer-se passará a ser usado para a produção de autoclismos.





Figura 19 - Bordo de linha finalizado.

Um dos aspectos fulcrais que se tem de ter quando se cria um bordo de linha é o facto de todos os compartimentos ficarem bem identificados, sendo importante, na medida em que a partir deste momento qualquer pessoa conseguiria abastecer a linha de acordo com as localizações identificadas no *kanban* e no próprio bordo de linha. Quando o material é novamente abastecido, terá sempre que ficar na posição que ficou dimensionada. As posições para o material foram criadas de acordo com a ergonomia do operador, com vista na facilidade da montagem, ou seja, foi efectuado um estudo de redimensionamento do material e constatou-se que a melhor forma para os materiais ficarem dispostos era a que facilitava a montagem do produto final. A identificação foi a fase final (ver figura 19). Depois de estarem reunidas as condições de montagem, tratou-se da sua normalização. A partir desse momento qualquer abastecedor saberia onde colocar o material. Esse período foi devidamente apoiado, e controlado.

### 3.5.4. Minimização de tempos de *Setup*

Um dos grandes problemas está em proceder à troca de molde na máquina, quando a produção assim o exige. De modo a se poder trocar rapidamente de ferramentas e iniciar uma nova produção sem que se corresse riscos desnecessários, agrupou-se os moldes por máquina. Um dos problemas deriva do facto de os moldes não estarem adaptados para entrar em todas as máquinas, nem se conseguir uniformizar. Dado que para mudar determinadas produções é necessária a mudança de ferramentas que levam muito tempo, devido ao facto de poderem existir problemas na adaptação dos moldes às máquinas, criou-se uma tabela onde se estabeleceu quais os moldes a entrar em cada máquina de modo a não haver riscos de avaria (ver figura 20). Inicialmente existiam muitos problemas uma vez que se colocavam os moldes nas máquinas conforme as necessidades sem se fazer uma prévia selecção. Os moldes não estavam adaptados a

todas as máquinas porque os sistemas de encaixe eram diferentes e o tamanho das máquinas também.

		Compatibilidade Molde / Máquina						
		Máq 35	Máq 43	Máq 48	Máq 69	Máq 83	Máq 90	Máq 93
molde nº	Descrição							
001	Cx 2002/3 Tipo 001	X	☺	☺	X	☺	X	X
403	Cx 2002/3 Tipo	X	X	X	☺	X	X	X
002	Cx Zaffiro - ca 010	X (*)	X	☺	X	☺	X	X
050	Cx Topázio ca 020	X	X	X	X	☺	X	X
411	Cx Cupido ca 050	X	☺	X	X	X	X	X
455	Cx Tornado 060	X	☺	☺	X	☺	X	X
237	Cx Eden/Gemma/Hivory ca 030	X	☺	☺	X	☺	X	X
D37	Cx Pagette 6lt	☺	X	X	X	X	X	X
D22	Cx Pagette 9lt	☺	X	X	X	X	X	X
D01	Cx Derby	☺	X	X	X	X	X	X
495	Cx Falso Valadares	X	☺	☺	X	☺	X	X
671	Cx Falso Cifal	X	☺	☺	X	☺	X	X
	darling	☺	X	X	X	X	☺	X
	lapeyre	☺	X	X	X	X	X	X
	onix	X	☺	☺	X	☺	X	X

<b>X (*)</b>	- Não é aconselhável devido á dificuldade de afinar pressões nesta máquina.			
	Este molde se tiver um puco mais de pressão de injeccão, abre a cavidade e começa a meter rebarba de lado.			

**Figura 20 - Compatibilidade Molde / Máquina.**

Após ser efectuada esta análise rapidamente se pode estabelecer regras e criar condições para balancear a produção. Os bordos de linha foram adaptados conforme os modelos que cada máquina ficou habilitada a produzir e o planeamento da produção tornou-se fácil.

### 3.5.6. Embalagem de autoclismos

A etapa de embalagem de autoclismos deve de estar sequenciada com a produção dos mesmos.



**Figura 21 - Aspecto inicial da linha de embalagem de autoclismos exteriores.**

A embalagem é uma etapa crucial na elaboração do produto final. A qualidade do produto depende consideravelmente desta fase. Os materiais têm de estar devidamente identificados, para que não surja qualquer falha. Assim sendo, as caixas que sobram de produções anteriores, não podem ser misturadas com caixas da nova produção. Quando se termina uma produção tem de se garantir que as caixas da encomenda anterior são devidamente devolvidas ao armazém e não ficam na linha. É para este tipo de materiais que faz todo o sentido ter uma localização específica para arrumar o material. Inicialmente a embalagem dos autoclismos era feita manualmente, o que fazia com que se perdesse bastante tempo.



**Figura 22 - Zona de embalagem de autoclismos robotizado.**



Dado que a maior parte dos autoclismos têm as mesmas dimensões, pode ocorrer erros na embalagem. As caixas podem ser muito semelhantes nas dimensões, o que as diferencia é a gravação impressa. Logo rapidamente se torna numa fonte de erro e pode criar dificuldades na embalagem dos autoclismos. Por isso ser tão importante que as caixas que sobram sejam devolvidas a armazém e não permaneçam no posto de trabalho depois de acabada a produção.

Depois de se verificar que havia condições de aproveitar as potencialidades do robot de formação de caixas que já existia, colocou-se o robot a embalar 2 produtos distintos. Por um lado era capaz de embalar produtos resultantes de uma célula de fabrico, por outro se houvesse um suporte que levasse os autoclismos ao seu alcance, poderia embalar o produto da outra célula ao mesmo tempo. Para tal, teve-se que ajustar o programa do robot e alterar o processo dos autoclismos chegarem até ao robot. Esta foi uma etapa bastante demorada e dispendiosa, uma vez que só ao final de alguns testes é que o robot estava programado de modo a poder embalar dois produtos completamente distintos. O dispositivo que poderia fazer com que as caixas chegassem até ao robot, não poderia estar muito longe, uma vez que ocuparia muito espaço, o que se traduziria em desperdício. Então, a solução passou por redimensionar o posto de trabalho de modo a que a última montagem do autoclismo ficasse mais perto do próprio robot. Para tal, assim que os autoclismos eram injectados da máquina, eram levados até ao posto de trabalho através de uma passadeira e eram imediatamente montados e colocados dentro da caixa para que posteriormente o robot pudesse fechar a caixa e fazer a palete.

### **3.5.7. Ergonomia como factor de qualidade**

Através da construção do bordo de linha, seguindo uma nomenclatura *kaizen*, os operadores não teriam que fazer grandes movimentos, ou seja a deslocação para obter os componentes era praticamente nula. O operador deste modo estaria em condições perfeitamente ergonómicas para efectuar o seu trabalho. Outro aspecto importante a considerar, foi o facto de as caixas com maiores dimensões ficarem na parte inferior do bordo de linha, uma vez que seria muito mais rápido para ser abastecidas e também ficaria mais ergonómico para o operador, já que não teria de transportar pesos. Do mesmo modo colocou-se na parte inferior os componentes que seriam primeiro montados no autoclismo e imediatamente à sua frente os componentes que constituíam a segunda fase da montagem, para evitar que o operador fizesse movimentos em direcções completamente distintas, perdendo alguns segundos. Outro aspecto importante é evitar que o mesmo componente seja pegado duas vezes, ou seja, o componente é retirado da caixa e é imediatamente montado, não sendo permitido que se efectuem movimentos desnecessários com a mesma peça.

### 3.5.8. Linhas de produtos Intermédios

Um aspecto importante é o facto de ter que haver um supermercado que garanta que haja uma margem de manobra entre o novo pedido de produção (sistema de produção *kanban*) e o tempo que se demora a produzir o desejado (*lead time*). Basicamente o supermercado garante que haja um stock mínimo que permita que a linha a jusante não pára, enquanto a linha a montante ainda está a produzir a quantidade do lote que o sistema de cartões *kanban* pediu.

Deste modo a produção é feita segundo lotes. A intenção é ter o *lead time* o mais reduzido possível e produzir uma grande variedade de produtos, garantindo deste modo que se consiga responder com grande rapidez às frequentes oscilações da procura.

Quando os níveis de stock mínimos exigidos do supermercado estão abaixo do limite, corre-se o risco de que a linha intermédia não consiga produzir atempadamente de forma a garantir o abastecimento dos postos de fabrico a jusante. De facto, se cada célula de fabrico trabalhar como um fornecedor-cliente de materiais consegue-se que haja um maior empenho em conseguir garantir que os níveis de qualidade exigidos estão a ser praticados. Deste modo, sempre que haja um novo pedido de produção, que segundo o novo método será dada por uma nova construção de lote, este deve ser produzido na quantidade que está definida e num prazo também definido. Se a linha não conseguir produzir no tempo desejado, então corre-se o risco de esse material entrar em ruptura e fazer várias construções de lote, ou seja, pedidos para que se produza aquele código, até que se acabem definitivamente os cartões e as peças necessárias não existam.

Para tal definiu-se um tempo de folga que a linha terá para poder proceder à reposição do lote pedido. Essa margem de tempo foi calculada a partir do stock existente no supermercado e dos níveis de procura desse produto. Quanto maior o stock existente no supermercado, mais tempo o posto de fabrico terá até repor o produto pretendido. No entanto, o desejado é ter em stock apenas o estritamente necessário que garanta que o processo não entre em recessão. Esses cálculos foram efectuados sempre a partir do pior cenário que pudesse acontecer, que basicamente era uma produção demasiadamente grande (mas possível de acontecer) e várias máquinas a consumirem o mesmo produto da linha intermédia.

O tamanho do lote é directamente proporcional aos padrões de procura desse produto, bem como à capacidade de produção da célula em repor o supermercado. Os cálculos são baseados numa

### 3.6. Estudo do circuito de abastecimento e o dimensionamento do supermercado

Os abastecimentos eram feitos de forma desorganizada. Os operadores tinham que fazer o *repacking*<sup>5</sup> do seu próprio material dos contentores para as caixas (ver figura 23). Perdiam bastante tempo nesta tarefa e os materiais nem sempre eram devolvidos no final das produções.



Figura 23 - Operadora a abastecer o seu local de trabalho.

Depois de se fazer um levantamento de todos os componentes que são necessários para a produção de autoclismos em todas as células de autoclismos exteriores, efectuou-se a montagem do supermercado. Este garante que o material necessário esteja devidamente acondicionado e já em caixas pré-dimensionadas, prontas a ir para a célula. Depois disso, o *mizusumashi* levará o material para a linha e abastece o bordo de linha, sem que os operadores tenham que intervir no processo de transporte e abastecimentos de materiais.

---

<sup>5</sup> Repacking – termo associado à mudança de contentorização das peças, para que o supermercado possa ser abastecido de forma uniforme.



Figura 24 - Supermercado das válvulas.

Segundo Wiley (1988), quando há necessidade de um sistema de sinais *Kanban*, há um certo número de pontos para fazer com que o sistema funcione. O ponto-chave é o supermercado ser abastecido rapidamente e com frequência. Para isto, a dimensão dos lotes tem que ser reduzida. Para reduzir os lotes há que reduzir os tempos de arranque.

De facto este é um dos objectivos primordiais que a empresa tem de saber gerir para poder ter um sistema *just-in-time* bem implementado. Nos postos de montagem apenas se deve ter as peças que são estritamente necessárias para a produção pretendida. No entanto, na prática, houve bastantes problemas quando se pretendeu adoptar esta forma de produção. O facto de termos uma grande variedade de produtos e de o pedido de produção ainda ser em pequenos lotes, faz com que se tenha na linha de produção mais material do que o desejado.

Um dos problemas que surgiu é o facto de o material que está destinado para determinada encomenda, não estar na quantidade certa, e na linha de montagem colocar um pequeno número de produtos que ainda não estão acabados e que aguardam a chegada desses componentes, quer seja por falha das compras, ou então porque houve um erro de stock. O facto de, por exemplo, faltar 1 componente para acabar uma determinada produção, por motivos que obviamente surgem (erros de contagem, peças não conformes, etc.) faz com que se tenha que passar à produção seguinte, mas com o produto que se estava a produzir anteriormente ainda perto do posto de montagem à espera de recursos para poder ser acabado.

### 3.6.1. Estudo do circuito de abastecimento

Para que os materiais possam ser abastecidos à célula de produção, tem de se garantir que serão levados nas melhores condições e no período desejado. O transporte do material desde o supermercado até à célula respectiva terá de ser feita em períodos perfeitamente normalizados e constantes (em ciclos de tempo que garantam que a célula funcione autonomamente durante alguns minutos). O período de que o *mizusumashi* terá de passar pelas células está directamente relacionado com o número de células a abastecer, pelos locais onde terá de passar e também pela quantidade de caixas que terá de abastecer em cada célula.

Sabendo que cada caixa abastecida de material dará para alguns potenciais minutos, calculou-se o número de caixas que se teria de deixar em cada célula para que esta funcionasse até à nova vinda do *mizusumashi*. Esses tempos foram retirados, através da simulação do trajecto no próprio terreno (anexo 1).

Inicialmente houve bastantes problemas, porque apenas 1 *mizusumashi* não conseguiria garantir que todo o processo fosse restituído, sem que houvesse “paragens de linha”. Então como solução pensou-se em redefinir novas tarefas para o *mizusumashi*, ou seja recalculou-se as novas tarefas que o *mizusumashi* teria que fazer e constatou-se que estava a proceder a tarefas a mais (ver figura 25). Então fez-se uma reavaliação às tarefas dos abastecedores de *repacking*, ou seja estudou-se os tempos e verificou-se que não estavam a ser rentabilizadas a 100%, pelo que estas tarefas poderiam ser afectadas aos abastecedores de *repacking*.

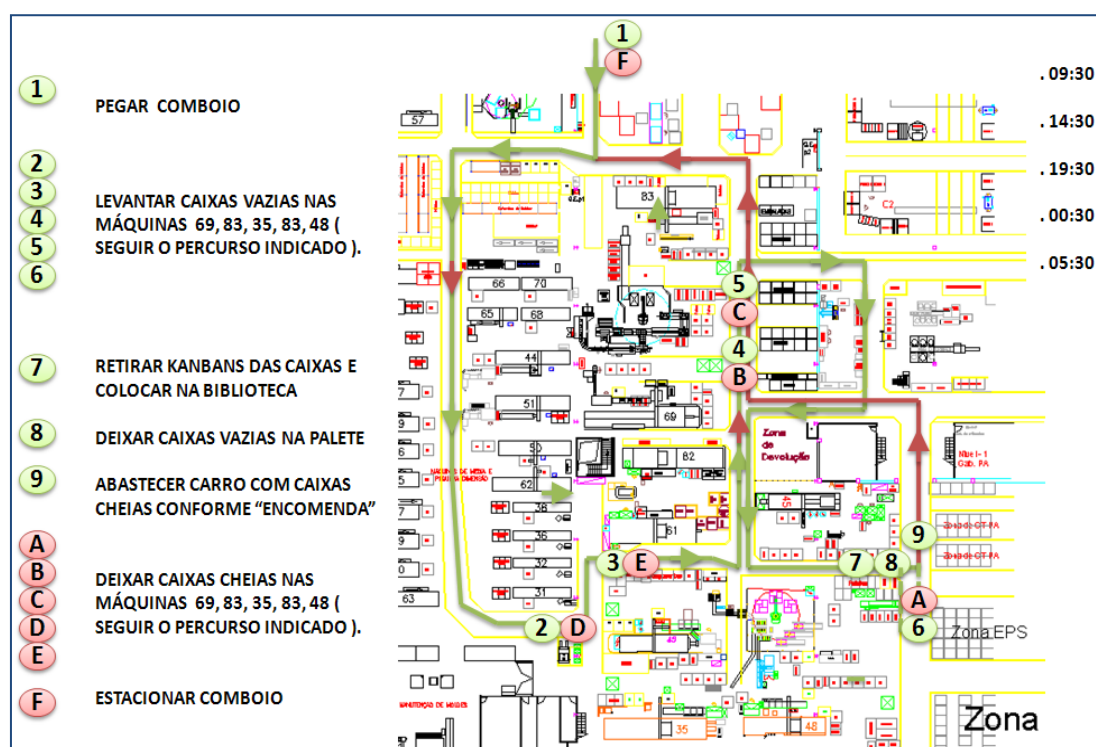


Figura 25 - Elaboração do standard do *mizusumashi*.

Sabendo que o *mizusumashi* terá de passar por locais estratégicos para poder levar o material que se encontra em vários pontos da fábrica, retirou-se o tempo que levaria a percorrer e colocar o material de forma a poder ser levado para as linhas de montagem. Foram testadas várias alternativas, em que se teve em atenção a forma mais rápida de abastecer o material, de modo a passar uma só vez em cada lugar e para não se cruzar com outros *mizusumashis* que percorrem a fábrica.

### 3.6.2. Definição da zona de paletes

Outra etapa que se teve de implementar foi o facto de o *mizusumashi* abastecer cada célula com paletes de forma sincronizada, ou seja, o que anteriormente era feito através de abastecimentos sem reposição periódica de paletes, passou a ser feito através de pedidos das células ao próprio *mizusumashi*, paleta a paleta, em tempo real. Para tal teve que se criar uma localização, contemplada no trajecto do *mizusumashi* para este poder levar as paletes para as células em causa, como se pode ver na figura 26. Este procedimento fez com que se poupasse bastante espaço na célula de produção e que a célula apenas fazia o pedido conforme as necessidades, evitando deste modo o tratamento de paletes a devolver. Assim sendo, bastava ao operador da célula de montagem colocar um cartão de aviso num local estipulado e na próxima volta do *mizusumashi*, este teria apenas que retirar o cartão, retirar a paleta desejada do local indicado e abastecer a célula. Assim que este ciclo estivesse estabelecido, entregava o cartão na célula, para que este pudesse proceder a novos pedidos.



Figura 26 - Zona de abastecimento de paletes, antes e depois da implementação.

### 3.6.3. Melhoramento no abastecimento - fase intermédia da implementação *Kaizen*

Houve uma melhoria significativa no facto de ser um *mizusumashi* a abastecer o bordo de linha. Contudo, na primeira fase, o material era armazenado em contentores e depois o operador do *mizusumashi* procedia à alteração da contentorização em armazém (colocava em caixas com um standard definido) e levava para a linha. De modo a ganhar algum tempo e depois de efectuados vários estudos aos tempos que o operador despendia na execução dessas actividades dimensionou-se um supermercado que garantia que os componentes iriam sempre no mesmo tipo de caixas para o bordo de linha, o que confinava ao *mizusumashi* uma maior rapidez de execução no transporte de materiais.

Este facto foi bastante proveitoso, tanto para a logística, como para a produção, uma vez que, estando os componentes devidamente identificados e nas devidas condições para ir para a célula de produção: garantia que houvesse menos erros na montagem dos componentes; poupava bastante tempo ao operador do *mizusumashi* a abastecer a linha; e através dos cartões



*kanban* automaticamente seria enviada uma nova ordem de produção para que o material fosse novamente reposto. É nesta etapa que é necessário que haja uma caixa de construção de lote em cada diferente posto de trabalho para se colocar os cartões *kanbans* de modo a enviar a informação de que era novamente necessário produzir-se outro lote com a quantidade já especificada daquele componente.

#### 3.6.4. Implementação do supermercado das torneiras

As torneiras são uma parte crucial para que se possa proceder à montagem dos autoclismos. As torneiras eram produzidas directamente para contentores e armazenados num espaço que estivesse livre no armazém. Apenas para sua identificação colocava-se uma “ficha de controlo de stocks”. O armazenamento destas torneiras ocupava muito espaço. Quando eram necessárias teriam que ser levadas em contentores para a linha respectiva, o que implicava que houvesse um tratamento de devoluções por parte dos operadores da linha e também do próprio *repacking* do material para o posto. Eram identificadas através de uma ficha de controlo de stocks que possuía apenas o código da torneira. Depois essas torneiras retomavam novamente o armazém, mas a maior parte dos contentores eram devolvidos com apenas um número pequeno de torneiras.



Figura 27 - Armazenamento das torneiras antes de haver supermercado.

Após a construção do supermercado das torneiras, conseguiu-se aumentar a eficiência e diminuir o tempo dispendido na procura das torneiras, porque anteriormente não era visível o local onde estavam as torneiras desejadas (ver anexo 11). Juntamente com o supermercado construiu-se um quadro de construção de lote, que funcionará como o novo pedido para se produzirem novas torneiras de determinado código (de acordo com os gastos instantâneos das linhas de autoclismos). Desta forma o *mizusumashi* pode circular no seu interior e depositar os cartões *kanban* no quadro sem perder tempo no seu tratamento.



Figura 28 - Supermercado das torneiras depois da intervenção *Kaizen*.

É de salientar que com o plano de melhorias que surge constantemente, tornou-se necessário sofisticar este supermercado de torneiras. O modo como este supermercado está disposto trouxe bastantes melhorias ao processo, no entanto ainda é necessário proceder a alterações que se ajustam melhor ao plano desenvolvido pelos *mizusumashis*. O facto de este supermercado possuir níveis superiores de armazenamento de torneiras requer que frequentemente um abastecedor com empilhador desça para o nível inferior as torneiras de modo a ficar acessível aos demais utilizadores. Não é garantido o sequenciamento *FIFO*.

Foi uma solução a curto prazo, no entanto, com a frequente necessidade de rotação das torneiras, pode-se tornar prejudicial. Por esse motivo pensou-se em construir um supermercado, com corrediças, de modo às torneiras ficarem sempre acessíveis. As torneiras são produzidas e colocadas em carrinhos, nas células de montagem. Posteriormente são arrumadas por empilhadores nos respectivos locais. Note-se que o facto de se ter marcado devidamente um espaço reservado às torneiras, limita e condiciona o depósito de outros materiais não desejados nesta zona. Caso contrario, rapidamente se usaria este espaço para outros efeitos que não os desejados.

Quando se pretende implementar um sistema de cartões *kanban*, que impreterivelmente é o que vai sugerir nova ordem de produção, é necessário que em determinados períodos (criteriosamente estudados) se proceda à respectiva actualização dos quadros de construção de lote e dos cartões. Como se sabe, existem determinados produtos que passam a ser obsoletos, e por isso mesmo deixa de ser necessária a sua produção e não necessitam de estar no quadro de construção de lote. Por outro lado, com as diferentes procuras de mercado, há produções que deixam de ser tão requisitados. Assim sendo estipulou-se que de 3 em 3 meses se deveria proceder a novas actualizações, porque seria o período em que se procederia a uma análise de mercado.

### 3.6.5. Estudo do tempo de ciclo do *mizusumashi* e normalização

Para se poder responder de forma eficaz às novas exigências que este método implica, teve-se que definir várias alternativas de percursos que o *mizusumashi* poderia percorrer para fazer a distribuição de peças nas várias linhas de forma mais eficiente e rápida. Sabendo que tem



que percorrer certos locais que são estratégicos, fez-se um estudo no terreno, para compreender as dificuldades e colmatar os erros não revistos aquando do seu planeamento. O tempo que o *mizusumashi* demora a abastecer todas as células de autoclismos exteriores, teve que ser previamente calculado através da simulação no *gemba*.

Para o efeito, considerou-se a cadência que cada célula estava a praticar e consequentemente o tempo necessário para a saída de produto acabado (altura em que a célula teria que estar novamente abastecida). O estudo dos tempos está reflectido na tabela 1:

**Tabela 1 - Base de cálculo para o estudo do tempo de abastecimento das células de autoclismos exteriores.**

	Tempo ciclo	Min.	Seg.		
		30	1800		
	Máq. 83	Máq. 69	Máq. 43	Máq. 35	Máq. 48
Cadência (Seg.)	76,5	41	76,5	80	76,5
Cadência (Min.)	1,275	0,6833333	1,275	1,3333333	1,275
Necessidade cartão ou EPS ou Tampa/ciclo	23,53	43,90	23,53	22,50	23,53
Abastecimento cartão (Qtd. caixas)	40	40	40	40	40
PA (Seg.)	7650	4100	7650	8000	7650
PA por ciclo	0,28	0,53	0,28	0,27	0,28

(Adaptado de: Projecto *Kaizen* na empresa Oliveira & Irmão)

Sabendo a periodicidade com que cada célula teria de ser novamente abastecida, estudou-se o tempo que o *mizusumashi* demoraria a levar todos os componentes a cada célula (ver anexo 14). Constatou-se que demoraria cerca de 26 minutos a abastecer todas as células de produção de autoclismos exteriores. A partir deste resultado, conclui-se que se teria de melhorar o tempo com que o *mizusumashi* teria de abastecer novamente cada célula, de modo a garantirmos que não faltava material. O resultado teria de ser melhorado para cerca de 20 minutos, uma vez que a máquina 69 produzia autoclismos com quase o dobro da rapidez das outras máquinas. O restante material era menos crítico, uma vez que as caixas abastecidas ao bordo de linha dariam para mais de 30 minutos sem se esgotar. A máquina 69 tinha uma cadência maior, debitava sensivelmente 90 reservatórios/hora, o que fazia com que tivesse de ser abastecida com maior frequência, ou então, com mais material (não desejado).

### 3.6.6. Estudo de recolha do produto acabado

Tabela 2 - Estudo de tempo de ciclo de máquina para recolha de produto acabado.

Autoclismos exteriores								
	Centro trabalho	Cadência média Pcs/hora	Mínimo peças/paleta	Maximo paletes/hora	Máximo peças/paleta	Mínimo paletes/hora		Padrão paletes/hora
	<b>Máq.</b>							
<b>A</b>	83	35	24	1,5	100	0,4		
	69	88	24	3,7	100	0,9		
<b>B</b>	43	45	24	1,9	100	0,5		
	35	35	24	1,5	100	0,4		
	48	35	24	1,5	100	0,4		
		Soma:		9,9		2,4		5,3
		Média:		2,0		0,5		1,1
			Intervalo(minutos)	30,3		126,1		56,3

(Adaptado de: Projecto Kaizen na empresa Oliveira & Irmão)

Para se proceder à recolha de produto acabado, respectivamente dos postos associados às máquinas 83, 69, 43, 35 e 48 efectuou-se um estudo da cadência das peças que cada máquina debita em média (ver tabela 2). Sabendo que no mínimo cada paleta leva 24 peças e no máximo poderá levar 100 peças, estimou-se um tempo mínimo e máximo de paletes que as máquinas poderão debitar por hora em cada máquina. Assim sendo fez-se o cálculo do número mínimo e máximo de paletes que estes centros de trabalho debitavam por hora. Logo para o caso de estarem as 5 máquinas a trabalhar ao mesmo tempo, poderão debitar 9,9 paletes por hora se levarem 24 peças por paleta e 2,4 paletes por hora se debitarem 100 peças por paleta. Sabendo estes dados, sabe-se que em média debita 2 paletes por hora para o caso mínimo e 0,5 paletes por hora para o caso máximo, em cada máquina. Feitos estes cálculos sabe-se que por cada 30,3 minutos cada máquina debita 1 paleta para o caso de se colocarem 24 peças por paleta e 126,1 minutos caso se coloque 100 peças por paleta em cada máquina. Para o caso máximo e mínimo, o processo poderá ter um desvio padrão de 5,3 paletes por hora. O facto de existirem dois tipos de paletização, implica que estas máquinas debitem um diferente número de paletes por hora.

Para que o produto acabado possa ser retirado das células efectuou-se um estudo do tempo de ciclo que o *mizusumashi* teria para conseguir retirar o produto acabado das células (ver tabela 3).

**Tabela 3 - Cálculo do ciclo de *mizusumashi* para retirar o produto acabado**

Ciclo do MIZUSUMASHI							
	Máq.	Troca de carros (seg)	Percurso (seg)	Descarga da paleta para máq. Filmar (seg)	Arrumar paleta (seg)		20% variabilidade
A	83	50	160	35	80		
	69	50		35	80		
B	43	50		35	80		
	35	50		35	80		
	48	50		35	80		
						Sub-total	197,000
	Soma:	250	160	175	400		985 seg
						Total	1182,000 seg
					Tempo (minutos) necessário para recolha de 1 paleta por volta por centro de trabalho		19,7

(Adaptado de: Projecto Kaizen na empresa Oliveira & Irmão)

O objectivo é calcular o tempo que o *mizusumashi* necessita para retirar todo o produto acabado nas células de produção no pior dos cenários, que é as 5 células a produzir em simultâneo. Para tal enumerou-se as tarefas que têm de ser efectuadas de modo a permitir levar o produto acabado das células até ao armazém de produto acabado, sendo elas, trocar os carros cheios por carros vazios na célula, levar o produto acabado para o armazém, descarregar as paletes dos carros e arrumar as paletes. Depois de retirados os tempos, sabe-se que no total o *mizusumashi* necessita de 985 segundos para efectuar estas tarefas. Colocando uma variabilidade de 20% ao processo, uma vez que poderão ocorrer desperdícios indesejados, obtém-se uma variabilidade no processo de 197 segundos. Deste modo, já considerando essa variabilidade que pode ocorrer, o *mizusumashi* necessita de 1182 segundos para poder retirar as paletes de produto acabado das células. Desta forma sabe-se que se colocássemos um *mizusumashi* apenas para retirar o produto acabado das células, teríamos de despende cerca de 19,7 minutos nesta tarefa.

### 3.6.7. Sincronização da produção

Para se implementar um sistema de cartões *Kanban* (que basicamente é o que vai sugerir a quantidade necessária a produzir), em determinada altura, é necessário efectuar-se vários estudos acerca das cadências das células de fabrico. Se por exemplo, o tempo de resposta de uma determinada linha a um determinado pedido for grande (*lead time* reduzido) então não será necessário que haja uma produção muito antecipada desse componente porque facilmente se consegue garantir esse pedido, assim que se iniciar essa produção.

Em termos de produção é necessário assegurar que a quantidade de um determinado material que existe em supermercado assegure que o posto a jusante tenha a quantidade necessária de material para trabalhar durante certo período.

A quantidade que deve existir em stock é dada com base no grau de rotatividade de cada produto. Se um componente for normalmente requisitado, havendo um elevado grau de

rotatividade de stock, então deverá obrigatoriamente haver um nível de stock acumulado para que as linhas a jusante não parem por falta de capacidade da linha a montante.

O tempo que o sistema por natureza irá despendar para repor o lote que já foi gasto dependerá do tamanho do lote que se forma e também da capacidade de resposta que a linha tem. Para prevenir que o material não fique em falta para as outras linhas, foi definido o stock mínimo que o supermercado deverá ter de modo a dar uma margem à linha de produzir o desejado.

### 3.6.8. Criação da fase intermédia de pedidos de abastecimento

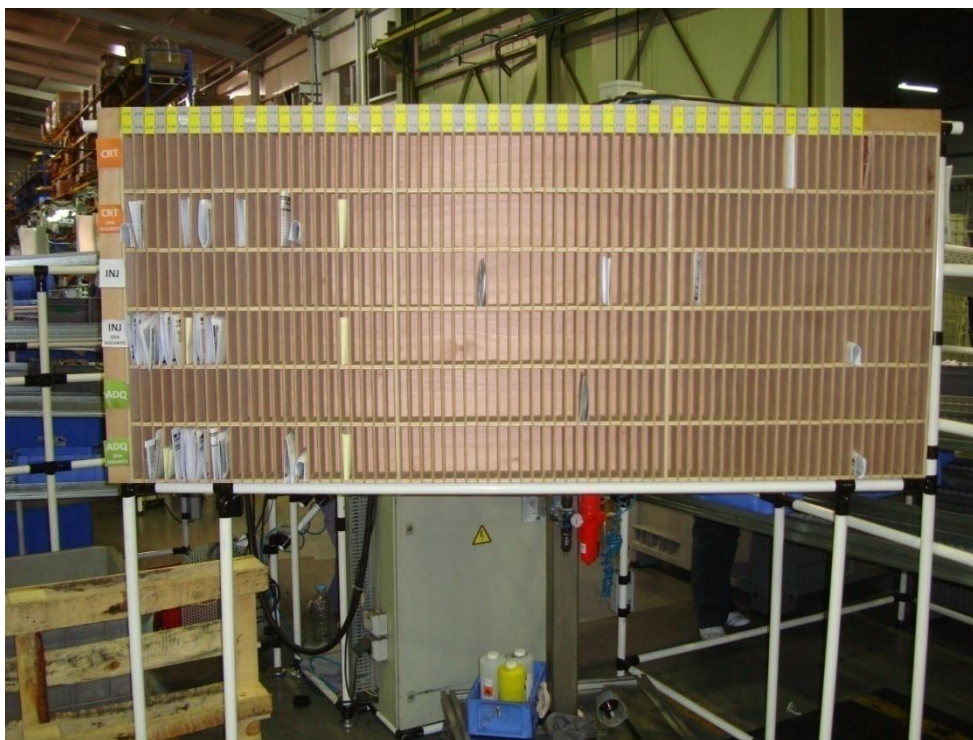


Figura 29 - Quadro de requisições de material.

Se por um lado o *mizusumashi* leva o material de pequenas dimensões para a linha e que estão em caixas normalizadas para que existam condições de transporte, por outro, todo o tipo de materiais de grande dimensão terá de ser abastecido por outro método. Nesta etapa é necessário que se abasteça a linha através de empilhadores.

Fez-se uma análise ao material que se consegue abastecer através do *mizusumashi* e os que terão de ser repostos por outro tipo de abastecimento. Com o novo sistema *kaizen*, a maneira pela qual se solicita para que a linha seja abastecida é bastante diferente. Através dos cartões *kanban* é dada uma nova ordem para abastecer o posto de trabalho. No entanto e enquanto ainda não existia supermercados para todos os componentes, os responsáveis pela implementação do *just-in-time*, optaram por fazer um novo tipo de pedido de abastecimento intermédio para a linha, através de uma folha de requisição de material. É de salientar que surgiu este problema pelo facto de não existirem ainda supermercados para todos os componentes.

Como estamos numa fase ainda de progressão, viabilizou-se este método de pedidos de abastecimento. Basicamente como se sabe o que se quer produzir, basta pedir o abastecimento para os componentes desejados estarem disponíveis. Logo poder-se-á ter uma perspectiva de que os processos de implementação dos conceitos *kaizen* não são processos instantâneos, requerem muitas fases intermédias que ajudam na sua implementação (ver figura 30).

Pedido			Fornecido			
Código	Descrição	Quantidade	Localização	Lote	Quantidade	OBS.
50166	Alumínio	150			✓	
495301	Parafuso	150			✓	
49533	Parafuso	150			✓	
493781	Parafuso	150			✓	
493782	Parafuso	150			✓	

Pediu: *[assinatura]* Para até: 12/11/08 Forneceu: *[assinatura]* A: *[assinatura]* H: *[assinatura]*

Figura 30 - Ficha de requisição de material.

Então através de uma ficha de requisição de material preenchida pela “chefe de linha” seria dada a ordem ao abastecedor para repor o material num determinado local para que depois o *mizusumashi* pudesse fazer o *repacking* e levar para o respectivo posto de trabalho. Esta requisição é colocada num quadro de nivelamento, em que se estabeleceu que se colocaria 1 hora antes do período para o qual se necessitaria desse material na linha. É de extrema importância salientar este aspecto, uma vez que enquanto não estiverem estabelecidas todas as condições primordiais do sistema *Just-in-time*, o sistema não funciona correctamente.

Estas requisições de material passam então a ser substituídas exclusivamente pelo sistema *kanban*, assim que o sistema de cartões *kanban* estiver totalmente implementado e normalizado, deixará de ser necessário o recurso a requisições de material. O próprio cartão dará a ordem de abastecimento e o sistema passará a funcionar de uma forma mais simples e sincronizada. Nesta fase, apenas servirá de suporte, uma vez que o sistema de cartões *kanban* ainda não está implementado em todos os postos.

### 3.7. Acompanhamento regular - Ciclo PDCA

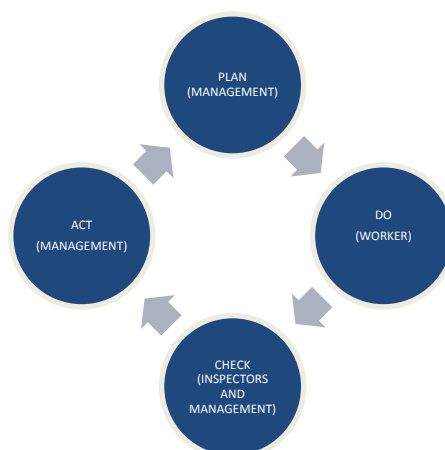
Em todo este trabalho é recorrente a prática e sustentação do ciclo de PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), em que se pretende aplicar um conjunto de conceitos e requisitos baseado numa filosofia que previne e assegura que todo o processo decorre da melhor forma e que está a ser periodicamente acompanhado. É de salientar que todo este processo vai sendo acompanhado de forma regular e todas as melhorias implementadas foram testadas e estudadas.

Contudo, e como seria de esperar, nem todas as implementações têm sucesso, mas

recorrendo a um plano de melhoria contínua é dada a possibilidade de todos os intervenientes no processo darem a sua opinião baseada na sua experiência e necessidades de trabalho. A ergonomia é um aspecto também essencial que não pode ser desprezado e que é considerado factor primordial e de sucesso quando bem estudado e melhorado. Se este ciclo não for novamente verificado, corre-se o risco do processo entrar em decadência e atingir níveis indesejados de eficiência.

Segundo Imai (1986), Deming forçou a importância da interação constante entre a pesquisa, o projecto, a produção, e as vendas na conduta de negócio das empresas. Os quatro estágios do ciclo devem ser passados constantemente para satisfazer melhor os clientes, seguindo como critério supremo a qualidade. Os gestores japoneses adoptaram esta ideologia e chamaram-lhe o ciclo de PDCA, sendo aplicados em todas as fases e situações. O ciclo PDCA é uma série de actividades levadas a cabo para a melhoria. Começa com um estudo da situação actual, em que os dados são recolhidos e usados para formular um plano de melhorias. Quando este plano é finalizado, será executado.

Após este estado vai-se verificar se causou a melhoria desejada. Quando a experiência for bem sucedida, uma medida definitiva tal como a standardização metodológica será tomada para assegurar que os novos métodos introduzidos sejam praticados de forma contínua para a melhoria sustentada (Imai, 1986).



**Figura 31 - Ciclo PDCA.**

Se não houver um acompanhamento gradual de todo este processo, facilmente o sistema ficará fora de controlo. Denote-se que uma das formas que se encontrou para colmatar este problema, foi a normalização de actividades e a standardização de tarefas que cada operador teria que desempenhar, reduzindo a probabilidade de não se cumprir com o que se tinha estabelecido previamente.

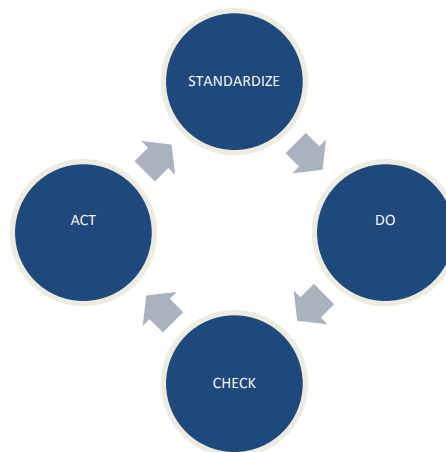
### **3.7.1. Ciclos PDCA/SDCA**

Segundo Imai (2001), a primeira etapa no processo *kaizen* estabelece o ciclo Plan-Do-Check-Act como um veículo que assegure a continuidade *kaizen*, levando a cabo a política de

manter e de melhorar padrões. É um dos conceitos mais importantes do processo. A fase de planear refere o estabelecimento de um alvo para a melhoria (“*kaizen* é uma forma de vida, deve sempre haver um alvo para a melhoria em alguma área”) e planear planos de acção para atingir um determinado alvo.

Fazer, não é mais do que a aplicação do plano. A verificação refere a determinação se a execução permanece de acordo com o estabelecido e se causou a melhoria pretendida. O acto refere a execução e a standardização dos novos procedimentos para impedir o retorno do problema original ou para ajustar objectivos para as novas melhorias. O ciclo PDCA deve ser aplicado continuamente.

A gestão de topo deve assegurar que os seus operadores estão devidamente motivados para implementar melhorias, sempre numa perspectiva de fazer sempre mais e melhor. Basicamente significa nunca estar satisfeito com os resultados obtidos, mas arranjar sempre novas formas de melhoria.



**Figura 32 - Ciclo SDCA.**

Quando se pretende efectuar uma melhoria, o processo ainda é instável, ou seja ainda não seguimos um padrão. Logo, antes de se efectuar e estabelecer o ciclo PDCA deve-se antes estabilizar o processo (ciclo SDCA). Somente depois de se estabelecer um padrão e de segui-lo, de forma a estabilizar o processo actual é que se deve partir para o ciclo contínuo PDCA (Imai, 2001).

Na implementação de novos métodos de produção, tem de haver um grande cuidado em padronizar as tarefas e acompanhar os acontecimentos. Se os processos não forem devidamente acompanhados, rapidamente deixam de ter interesse para os operadores e deixam de ser usados em benefício da produção. As tarefas devem então de ser normalizadas e deve-se de criar critérios que impossibilitem a prática de maus costumes na produção. Os primeiros momentos após as novas implementações são cruciais, uma vez que há tendência a que os operadores redimensionem as tarefas consoante os hábitos adquiridos ao longo do passado.

### **3.7.2. Normas de trabalho**


Qualquer acção que se desenvolva deverá estar escrita, para que qualquer interveniente no processo facilmente consiga saber o que deve ser feito e possa praticar todas as acções da



mesma forma.

Para qualquer acção que se implemente terá de ser criada uma norma, para que a partir dessa altura se consiga garantir que todos sabem o que deve ser feito, sem limitações (ver anexo 16). A norma é feita com o intuito de estabelecer um padrão que deve ser seguido. A partir do momento que se implementa uma ferramenta deste tipo, está-se em condições de se exigir que se proceda sempre de acordo com o que a norma dita.

As normas devem ser simples, claras e objectivas. Não podem ser demasiado extensas, nem conterem níveis elevados de formalidades. Terá de estar acessível a todos os que desejem efectuar uma rápida pesquisa acerca das regras a seguir. Uma norma é apenas algo que limite os operadores a procederem de determinada maneira e garante que todos o efectuam da mesma forma (ver figura 33).



# NORMA DE TRABALHO

## NT.0038 – Chefe de Linha dos Exteriores

- 1) Recolher os kanbans que não estão em uso, da caixa de nivelamento dos empilhadores e organizar a Biblioteca de Kanbans;
- 2) Tirar query "kaizen necdes p/shop order - novo" para a mudança de modelo;
- 3) Anexar kanbans de Tampas, Tubos, EPS, Referências P's e Referências C's de Torneiras;
- 4) Colocar queries e kanbans no quadro de nivelamento dos empilhadores (**1 Hora de antecedência**);

**NOTA:** Sempre que houver alterações no planeamento, o Chefe de Linha deve actualizar a hora dos abastecimentos e trocas de modelo no quadro de nivelamento dos empilhadores.

- 5) Proceder às substituições dos operadores;
- 6) Ensaiar autoclismos.

Célula	Máquina
R1	86
R2	69
R3	35
R4	48
R5	43

Figura 33 - Norma de trabalho para a chefe de linha dos autoclismos exteriores.

### 3.7.3. Padronização

Segundo Imai (1986), não pode haver melhorias se não existirem normas. O ponto de partida para qualquer melhoria é a de saber exactamente qual o standard a seguir. Não deve ser preciso um padrão de medida para cada trabalhador, cada máquina e cada processo. Do mesmo modo, deve haver um padrão de medição de precisão para cada gestor. Mesmo antes de introduzir o *Kaizen* TQC e estratégia, a gestão deve fazer um esforço para compreender onde a empresa mantém o trabalho e quais são as normas. Esta é a razão pela qual padronização é um dos mais importantes pilares do TQC.

A estratégia *Kaizen* é um desafio contínuo para as normas vigentes. As normas que existem deverão ser substituídas por normas ainda melhores. Cada padrão, e todas as especificações, deverão ser actualizadas e revistas através de novas medições.

Quando se divide o trabalho de um indivíduo numa série de critérios P, estamos finalmente chegar ao final P critérios mensuráveis, ou o padrão (Imai, 1986).



### **3.7.3.1. Folhas de padronização e normas de trabalho**

A Toyota optou por colocar na sua empresa e em todas as suas filiais sistemas de controle visual. As normas de trabalho estão destacadas em cada posto de trabalho. Assim que haja um problema no posto de trabalho, o problema é detectado com a maior das facilidades (sistema *Andon*).

As normas de trabalho devem ser elaboradas de forma compreensível a todos os operadores, e portanto deverão ser elaboradas com o auxílio dos operadores. Para que realmente se possa elaborar uma boa norma é necessário que quem a escreva tenha consciência da sua importância.

### **3.7.4. Estudo do Tempo Standard**

De acordo com Stewart (2002), para se compreender a importância de usos de tempos standard, tem de se saber o que se pretende quando usamos o tempo padrão. A definição de um tempo padrão é o tempo necessário para produzir um produto num posto de trabalho, que deve ser recolhido atendendo as três condições:

- 1 – Deve ser retirado numa pessoa qualificada
- 2 – A trabalhar a um ritmo normal
- 3 – A fazer uma tarefa específica

A experiência é geralmente o que define um operador qualificado, ou seja, um operador treinado, dado que as horas de trabalho são a nossa melhor indicação de experiência. O tempo necessário para se tornar qualificado varia com o trabalho e da pessoa. O maior erro cometido pelo novo tempo de estudo pessoal é tempo de estudar alguém demasiado cedo. Uma regra de ouro é começar com um operador qualificado e totalmente treinado. Não se devem retirar tempos de trabalho a uma pessoa sem que esta possua um determinado tempo de trabalho, porque irá distorcer os resultados da realidade. (Stewart, 2002)

## Capítulo 4 - Análise e discussão dos resultados

Neste capítulo irá exprimir-se os resultados através de uma explicação do impacto que as melhorias tiveram nas células de fabrico da Oliveira & Irmão. Esta discussão irá incidir numa explicação dos cenários sem implementações e com as metodologias atrás abordadas.

O facto de se criar bordos de linha altamente personalizados e de se recolher o produto acabado imediatamente após a sua conclusão, fez com que o espaço nas células de montagem fosse maior. Desse modo pôde-se criar um local para devoluções de material, nomeadamente paletes, caixas de cartão, tubos e tampas dos autoclismos, que devido à sua dimensão não podem ser abastecidos em caixas normalizadas e por sua vez devolvidos da mesma forma.

Ao se agilizar os tempos de devolução de materiais e também o seu abastecimento, rapidamente se consegue proceder a uma rápida mudança de produção. O passo seguinte a implementar é a agilização das mudanças de ferramenta (nomeadamente os moldes das máquinas que constituem estas células), uma vez que todo o processo tem grandes potencialidades mas, no que respeita a mudanças de ferramentas, provoca ainda o efeito gargalo por um período de tempo ainda indesejado. O facto de se limitarem e atribuírem moldes a máquinas, contribuiu para um melhoramento dos tempos de *setup*, no entanto, ainda é necessário proceder-se ao agrupamento das encomendas por família, para que se consiga obter um maior rendimento das máquinas semi-automáticas e consequentemente da célula. Como o tempo de mudança de um molde ainda é consideravelmente grande, podendo demorar por vezes cerca de 1 hora, tem-se que produzir obrigatoriamente por famílias de encomendas. Desta forma ainda não se consegue mudar de produção instantaneamente conforme o desejado. O tempo de mudança de molde pretende-se que seja agilizada para cerca de 10 minutos (tempo padrão de referência).

Um aspecto que mostrou ter resultados positivos foi o facto de se colocar em cada célula de trabalho uma folha, em que cada operador poderia descrever as falhas que estavam a ocorrer, depois semanalmente essas falhas eram avaliadas e colmatadas. Os operadores, pelo facto de poderem exprimir a causa pela qual não estavam a conseguir cumprir os objectivos, e de nos conseguirem transmitir através desta folha quais as falhas que estavam a ocorrer nos seus postos de produção, fizeram com que se pudesse reconhecer mais facilmente as causas que afectam uma diminuição da produtividade.

Tabela 4 - Ganhos de produtividade nos exteriores após a implementação *kaizen*.

Exteriores								
Antes (Média 6 Meses)			Actual					Ganho de
Produção Diária	Nº de Pessoas	Productividade	Produção Diária	Nº de Pessoas	1º T	2º T	3º T	Productividade
4387,838983	31	141,5	4078,28	Operadores	7,50	7,50	7,50	143,10
				Repacking	0,50			
				Mizu	1,00	1,00	1,00	
				Supervisão	1,00	0,50	1,00	
				Outros				
				Total	28,50			
								1,01%

(Adaptado de: Projecto *Kaizen* na empresa Oliveira & Irmão)

Os ganhos de produtividade até ao momento foram bastante consideráveis. Há 6 meses atrás 31 pessoas produziam um número médio de 4387 autoclismos por dia. Após as implementações *Kaizen*, pode-se constatar que com apenas uma média de 28,50 operadores consegue-se produzir diariamente 4078 autoclismos, ou seja, consegue-se produzir praticamente a mesma quantidade com menos operadores. Representa uma produtividade de 143,1 autoclismos diários por cada operador que está envolvido no processo directamente. Houve um ganho de produtividade total de 1,01%. O ganho de produtividade repercute-se no facto de que depois da implementação se consegue com um número inferior de recursos humanos se produzir ainda mais quantidade, ou seja, a implementação teve sucesso. Além disso, o facto de se personalizar os postos de trabalho com bordos de linha à medida de cada célula e de se uniformizar um novo método de abastecimento mais sequenciado e balanceado, conseguiu-se aumentar a flexibilidade nas mudanças de produção.

Apenas pelo facto de se construírem bordos de linha à medida e se normalizarem algumas tarefas, constituiu um aumento da capacidade de cada célula. No entanto, os resultados obtidos são mais satisfatórios para a logística, uma vez que apenas com uma média de 1,5 operadores por turno consegue abastecer todas as células de autoclismos exteriores. Estas mudanças trouxeram sobretudo melhorias na área da logística, uma vez que todo o processamento de materiais foi melhorado e uniformizado. O material passou a ficar armazenado em locais específicos, nomeadamente em supermercados, adaptados às necessidades de cada célula e com quantidades uniformes que permitem efectuar um abastecimento em períodos normalizados e cíclicos. Deste modo, criou-se condições para que apenas 1 *mizusumashi* abastecesse os bordos de linha de cada célula de forma sequenciada e normalizada e o material fosse retirado das células em períodos normalizados. Ao nível da produção, houve resultados não quantificáveis que melhoraram, nomeadamente uma diminuição de erros por parte dos operadores, um aumento da qualidade dos produtos, aumento de espaço para implementação de novos processos produtivos, melhorias nos 5S, melhorias nos tempos de setup, entre outros. Com a implementação dos *kanbans*, tornou-se mais fácil nivelar a produção e saber o que realmente produzir segundo as necessidades reais dos postos a jusante. Apenas se produz o que realmente é necessário e eliminaram-se grandes desperdícios no transporte de materiais e em movimentos desnecessários. Neste momento, o

produto acabado de cada célula é transportado para armazém e expedido directamente para o cliente. Não há stocks intermédios para colmatar possíveis necessidades futuras.

Contudo, houve grande dificuldade quando se iniciou a produção com base nos *kanbans*, uma vez que, quando se pretendia produzir o lote que tinha despoletado da caixa de construção de lote, não havia peças injectadas suficientes para se poder proceder à sua produção. Os lotes iam acumulando e ficando no sequenciador. Deste modo, quando já estavam reunidas as condições para iniciar a produção, não se sabia ao certo o que era mais prioritário produzir, dentro dos lotes que estavam formados, uma vez que o processo a jusante já tinha alterada a sequência da produção. O que falhou claramente foi o facto do processo de injeção de peças não estar ainda a funcionar em conformidade com os postos de montagem, ou seja, não tinham ainda implementado o sistema de *kanbans* para regular o fluxo de produção. Sempre que surgia uma necessidade de produção, não reflectia ainda na parte de injeção de peças, uma vez que ainda não estavam a sequenciar a produção segundo os cartões que despoletavam dos postos a jusante, mas sim pelo que o *MRP* sugeria.

O que realmente não funcionou bem foi o facto de o sistema *kanban* só funcionar correctamente, se todos os processos estiverem interligados de modo a darem a sugestão real do que produzir e quando produzir. A produção segundo o método *Pull*, faz com que se reduza significativamente os stocks intermédios, uma vez que as células a montante só produzem o que as células a jusante necessitam. Este método fez com que os espaço anteriormente reservado para acumular o stock pudesse ser usado para a implementação de novas melhorias.

A criação de supermercados foi uma das grandes inovações que permitiu que o material fosse armazenado em prateleiras devidamente identificadas e em caixas normalizadas consoante as necessidades de cada célula. O facto de se garantir que o material a levar para cada célula fosse contemplado no trajecto do *mizusumashi*, permitiu diminuir o tempo de abastecimento das mesmas. Desta forma não haveria desperdícios na procura de material, uma vez que o material estava armazenado sempre no mesmo local. Seguindo este princípio, sempre que fosse retirada uma caixa cheia do supermercado, esta teria de ser reposta por um pessoa destacada para esse efeito e desta forma o supermercado garante sempre que exista material suficiente para o abastecimento das células.

#### **4.1. Domínios TFM – Total *Flow Management* aplicados na empresa**

O *TFM* é um sistema de gestão integrado que visa aumentar a eficácia dos processos ao longo da totalidade da *Supply Chain*<sup>6</sup>, através da optimização dos fluxos de materiais e informação. O uso desta metodologia trouxe grandes benefícios no âmbito da gestão da produção. As vantagens são inúmeras, e cada vez mais a empresa usa ferramentas que tendencialmente levam à redução dos desperdícios.

---

<sup>6</sup> Supply Chain – Quando varias organizações estão ligadas directamente pelos mesmos fluxos de produtos ou serviços prestados.

#### **4.1.1. Organização do armazém**

##### **Solução Tradicional**

No cenário antigo, o trabalho não estava normalizado devido aos grandes lotes. Havia dificuldades em abastecer os materiais devido ao uso de contentores de enormes dimensões. Havia muitos desperdícios, nomeadamente no transporte de peças e no repesar das quantidades para saber as quantidades remanescentes depois das produções. O material era arrumado em armazém de forma aleatória, em que se tinha de registar no sistema informático qual a última posição em que colocaram esse material. Perdia-se imenso tempo em verificar localizações. Caso se enganasse a digitar a localização, posteriormente perdia-se bastante tempo à sua procura, uma vez que esses componentes poderiam estar a algures no armazém. A informação não fluía com naturalidade e perdia-se bastante tempo em abastecer as linhas. Pelo facto das peças estarem armazenadas somente em contentores, fazia com que o espaço ocupado em armazém fosse inevitavelmente grande, já que, independentemente da quantidade de peças existente em cada contentor, estes ocupavam sempre o mesmo espaço. Os contentores eram armazenados uns por cima dos outros, o que requeria que houvesse alguém habilitado a trabalhar com empilhadores para retirar o contentor pretendido.

##### **Solução TFM**

O trabalho foi normalizado em ciclos de 20 minutos, em que o *mizusumashi* procedia ao abastecimento das células através dos supermercados. As peças tinham apenas 1 localização por cada referência, o que garante que não existam diferentes locais para armazenamento de peças. A gestão visual torna-se bastante facilitada. Trocou-se os contentores por caixas standardizadas e à medida dos bordos de linha. Definiram-se novos tipos de contentorização para cada componente, garantindo deste modo que aqueles componentes estariam sempre armazenados em lotes com a mesma quantidade e no mesmo tipo de caixa, o que facilitava o transporte e contagem das peças. Com a criação dos supermercados, as peças estavam devidamente localizadas consoante as células a abastecer. Cada célula de produção tinha um supermercado dimensionado à sua medida, garantindo deste modo que as peças estavam acessíveis a qualquer *mizusumashi*.

#### **4.1.2. Fornecimento de materiais externos**

##### **Solução Tradicional**

Os materiais provenientes de serviços externos seguiam para a empresa em trajectos previamente planeados, em que as cargas eram dedicadas e com uma baixa frequência. O material chegava em grandes quantidades, aumentando exageradamente o stock local. Sempre que se pedia abastecimentos desses materiais não se conseguia garantir que apenas era

abastecido a quantidade desejada, uma vez que não se procedia ao *repacking*, quando esses componentes davam entrada na fábrica.

#### Solução TFM

Os trajectos passaram a ser normalizados. As cargas passaram a ser efectuadas com alta frequência, diminuindo desse modo os stocks intermédios. Como o material chegava com mais frequência à empresa, conseguiu-se reduzir o tamanho dos lotes e consequentemente conseguiu-se garantir que apenas é abastecido à célula a quantidade desejada. Com esta melhoria, futuramente é possível criar um método de aquisição de material em todos os fornecedores, criando percursos com rotas fixas e com quantidades dimensionadas.

#### 4.1.3. Planeamento da produção

##### Solução Tradicional

O planeamento da produção era efectuado segundo previsões. O processo administrativo estava cheio de desperdício e as encomendas eram feitas com grande antecedência, aumentando os custos de armazenamento. A produção era planeada através do plano mestre de produção e segundo a data de lançamento do *MRP*. As encomendas eram agrupadas em grandes lotes para aumentar as produções. Não havia facilidade na mudança de modelos. Os lotes de produção eram variáveis. O departamento de planeamento elaborava um plano de produção consoante os dados de previsão que teria para aquela altura, correndo o risco de o material ficar por vender dentro do armazém de produto acabado da empresa. O espaço utilizado para armazenar o material era muito extenso, tendo enormes custos de armazenagem. O facto de se armazenar as produções até que houvesse uma encomenda obrigava o material a perder valor, ou seja, as caixas de cartão deterioravam-se e quando havia alterações ao produto, tinham que retrabalhar também a quantidade em armazém, aumentando os custos de produção.

##### Solução TFM

As produções passaram a ser planeadas segundo o método *Pull Flow*, em que apenas se produz o que realmente é necessário. Não há previsões de encomendas, apenas encomendas já colocadas. É usada a caixa de nivelamento como gestão visual *kaizen*. O lançamento da encomenda é efectuado directamente à célula de picking (sincronizada com ciclo *mizusumashi*). A qualidade pode ser mais controlada na medida em que o produto só passará à fase seguinte quando estiver previamente aprovado. Cada célula é responsável pelo produto que produz, estando todos os processos sincronizados de modo a evitar erros de montagem. O material a abastecer a cada célula será apenas o necessário para completar a construção de lote. Existe um maior controlo nas quantidades a produzir e sempre que se proceda à produção de um determinado produto garante-se que seja sempre em quantidades definidas pelo tamanho do lote.

#### **4.1.4. Criação de Fluxo e eliminação de desperdício**

##### **Solução Tradicional**

No cenário antigo existiam sempre grandes lotes de produção junto aos postos de trabalho. Constantemente existia urgências de produção, que o MRP não contemplava. A produção era organizada através de grandes lotes. Os operadores eram incentivados a produzir em lotes demasiadamente grandes. Sempre que se necessitava de abastecer qualquer posto de trabalho perdia-se bastante tempo em localizar as peças, uma vez que só o sistema informático de suporte logístico contemplava o local onde estavam armazenadas as peças. O desperdício em cada produção intermédia dos componentes, e na produção do autoclismo final era muito maior uma vez que se verificavam desperdícios em todos os fornecedores internos, não se sabendo ao certo quais as quantidades que se pretendiam produzir.

##### **Solução TFM**

Criaram-se bordos de linha que permitiram um melhor acondicionamento do material, em que se produz peça a peça, sem desperdícios. Os bordos de linha continham estantes dinâmicas que facilitam a arrumação das caixas. Criaram-se também supermercados dinâmicos, que permitiam a rápida mudança de produção. O material passou a ficar armazenado em locais previamente definidos, estando estes apenas nos supermercados correspondentes a cada célula de fabrico. A montagem passou a ser feita segundo a filosofia *just in time*. O produto acabado é imediatamente retirado das células de produção, permitindo que o material não se acumule nos postos de trabalho. O princípio de funcionamento da produção em fluxo facilitou as etapas de abastecimentos às células na medida em que, cada caixa que se retirava do supermercado teria que ser reposta através do *kanban* correspondente. O processo de produção passou a ser regulado através do uso de *kanbans* que indicam o que se tem que produzir, quando se tem que produzir e em que quantidade deve produzir, de modo a reduzir desperdícios nos processos intermédios.

#### **4.1.5. Fornecimento de Materiais Internos**

##### **Solução Tradicional**

Os materiais eram fornecidos maioritariamente por empilhador, no qual o trabalho não era normalizado. O material rodava com uma baixa frequência, não se seguindo o princípio de produção *FIFO (first in first out)*. Sempre que se detectava materiais não-conformes, havia muita dificuldade em seleccionar os lotes defeituosos. Por vezes o material ficava armazenado bastante tempo em armazém e só era encontrado ao final de algum tempo, o que implicava perdas ao nível de espaço, desvalorização e deterioração.

### Solução TFM

Os materiais passaram a ser fornecidos às células através de um *mizusumashi* e em períodos perfeitamente normalizados. São utilizados *kanbans* como método de sugestão da produção. Os materiais rodam com alta frequência. Os desperdícios de movimentação são claramente escassos. Cada *mizusumashi* sabe o que abastecer, onde tem que abastecer e onde deve de retirar o material. Os materiais que são usados na célula que o *mizusumashi* está a abastecer estão apenas localizados nos supermercados respectivos. Com a elaboração dos circuitos de abastecimento, apenas um responsável abastece directamente um conjunto de células de produção, eliminando informações e abastecimentos redundantes, ou seja, não há hipótese de vários operadores estarem a executar a mesma tarefa.

#### 4.1.6. Planeamento da distribuição de encomendas

##### Solução Tradicional

A produção era planeada exclusivamente segundo a previsão da procura e nunca segundo necessidades reais. Deste modo não se sabia ao certo quando haveria encomenda para aquele produto. Por vezes o produto acabado ficava em armazém, passando a obsoleto. Sempre que se inovava o produto, o stock que estava em armazém teria que ser retrabalhado, ou então escoado a mais baixo preço. Cada posto de trabalho sabia o que produzir através do plano mestre de produção, mas não sabia se estava a ser necessário no processo a jusante do seu.

##### Solução TFM

Recorre-se ao uso a algoritmos de planeamento em *Pull Flow*, em que a produção é feita segundo necessidades reais. Deste modo tem-se a certeza que este material é necessário e que haverá uma encomenda por parte do cliente para esse produto. É usado a caixa de nivelamento com meio de gestão visual, bem como a caixa de construção de lote, que determina o que há a produzir e quando se deve de produzir.



## Capítulo 5 – Conclusão e trabalho futuro

### 5.1. Conclusão

*Kaizen* significa melhoria contínua. Com a implementação de novas formas de produção, surge também a necessidade de inovar e melhorar os métodos que já existem.

Pretendeu-se fazer um enquadramento teórico e uma abordagem simples das metodologias a usar. Pretendeu-se também, recorrendo a uma revisão bibliográfica, aprofundar conceitos relacionados com este tema. Embora estejam já divulgadas algumas metodologias, é de salientar que o processo de implementação *kaizen* requer a abordagem a diversos temas e o recurso contínuo a novas tecnologias e formas de melhorar a produção.

*Kaizen* é algo que deve ser feito por todos, sempre que tendemos a melhorar um determinado processo. É um processo que necessita verdadeiramente de ter o empenho de todos e acima de tudo, dos órgãos superiores de gestão. As implementações necessitam de ser visionadas e acompanhadas com frequência, para que possa produzir efeitos positivos, caso contrário, sofrerá um processo de recessão e as iniciativas tendem a fracassar. A ideologia subjacente é todos os dias melhorar algo. Tudo o que foi feito pode sempre ser melhorado, independentemente na fase em que se encontra.

A implementação da filosofia *just-in-time* a nível operacional melhorou muito o sistema, no entanto se tiver alta performance nas linhas de montagem, sem organizar as compras, exportação, injeção, o processo não combina e rapidamente fica instável, pelo que se deve implementar a todos os níveis da organização. Teve-se grandes problemas, quando se pretendeu implementar os *kanbans* na empresa, uma vez que o processo que foi agilizado em primeiro foi o da produção do produto acabado. Como se dinamizou o método produtivo de produto final, os restantes fornecedores internos, nomeadamente a produção de componentes injectados, sofreu uma grande ruptura, uma vez que não estava ainda preparada para trabalhar em fluxo com as células de produto acabado. Apenas quando se implementou o método *Pull flow* nos processos de injeção é que houve uma capacidade de resposta face aos pedidos de peças por parte dos processos a jusante, uma vez que a base da sua produção ficou coerente com as necessidades da produção. Antes dessa etapa, o departamento de injeção não sabia o que realmente iria ser necessário na produção das células de produto acabado e quando se apercebia não tinha margem de manobra para colocar os moldes.

Houve também dificuldades, quando se tentou implementar o novo método de produção. Os operadores tinham a ideologia de produzir em massa, e não estavam preparados para mudar de produção caso fosse realmente necessário. O grande factor que ajudou a impulsionar os novos métodos de processamento, foi a normalização de tarefas e os planos de formação que se proporcionou aos operadores. As metodologias foram implementadas por fases e foram sempre acompanhadas, para que o processo não entrasse em decadência. Caso não acontecesse, rapidamente se criavam novos hábitos e as formas de desperdício iria aumentar novamente.

Os resultados obtidos foram satisfatórios e houve grandes melhorias no que respeita à qualidade do produto. As metodologias *kaizen* podem ser implementadas nos mais simples

processos de produção e devolver resultados surpreendentes, sem que para isso se tenha que investir muito dinheiro. Basta apenas adaptar os recursos que se tem à disposição e rentabilizar os meios que a empresa já possui. O *Kaizen* é uma ideologia que pode ser inserida em qualquer processo de fabrico, dinamizando os processos que a empresa tem adoptado de uma forma mais prática, e com os fluxos de produção regulados através das necessidades reais.

## 5.2. Trabalho futuro

Para além de se pretender prolongar estas metodologias para os restantes pontos de produção de autoclismos exteriores é objectivo a curto prazo implementar um sistema computadorizado a instalar em cada célula que permita ao operador saber o estado em que se encontra a encomenda (nomeadamente tempos de produção, quanto falta produzir, cadência praticada, entre outros). Esta informação poderá ser altamente importante, na medida em que ajuda o operador a controlar todo o processamento da encomenda e o cliente pode saber o estado de processamento da sua encomenda. Pretende-se também que este sistema permita efectuar os pedidos de abastecimento à linha informaticamente (*kanban electrónico*), reduzindo os tempos de abastecimento de material ao posto de trabalho, bem como a eliminação de falhas humanas que normalmente surgem. Este novo sistema deverá permitir que se visualize instantaneamente o que cada célula está a produzir, mostrando a que nível se encontra determinada encomenda, nomeadamente o tempo que ainda falta para terminar, o número de peças que foram retrabalhadas, perdas por demora de abastecimento, entre outros. Pretende-se eliminar o software *Izaroyellow*, uma vez que existe uma grande perda de tempo em indicar o estado de cada célula.

Pretende-se ainda: agilizar os tempos de setup das máquinas de injeção de modo a que as mudanças de modelo possam ser feitas com maior rapidez; implementar 9 ecrãs de acompanhamento da produção de torneiras (*Andon*) com OEE; implementar um sistema de verificação de folhas de controlo de stocks em armazém; fazer um estudo dos moldes a dedicar a cada máquina no sector da injeção; e preencher o ficheiro de *pull planing* das compras para agilizar o processo de compras.

Por último, pretende-se standardizar as peças usadas na produção, ou seja, de uma forma geral pretende-se que haja uma grande variedade de produtos mas com peças que já são usadas noutros produtos. O facto de até então se ter criado produtos à medida dos clientes, fez com que se tivesse que desenvolver peças de grandes variedades. Neste momento pretende-se standardizar as peças usadas de modo a diminuir o efeito gargalo dos processos de injeção e erros na montagem devido à semelhança nas peças. Pretende-se com isto reduzir alguns custos na colocação de diferentes moldes.

## Referências Bibliográficas:

Askin, R. G. & Goldberg, J. B. (2002), Design and Analysis of Lean Production Systems, New York: John Wiley & Sons Inc.

Béranger, P. (1987). As novas Regras de Produção. Paris: Lidel.

Courtois, A., Pillet, M., & Martin-Bonnefous, C. (1997). Gestão da Produção (5ª ed.). Lidel.

Fabrizio Meller-da-Silva, L. T. (2008). Empreendedorismo Internacional: uma reflexão sobre as possíveis estratégias de internacionalização de empresas. Congresso Internacional de Administração, (p. 8).

Figueira, R. A. (1992). Microflow, Produção Just-In-Time. Lisboa: IAPMEI - Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento.

Forno, A. D., Tubino, D., & Vale, A. d., (2007), [www.abepro.org.br](http://www.abepro.org.br), acessado em 03/01/2009.

Imai, M. (1986). Kaizen, the key to Japan's Competitive Success. McGraw Hill.

Imai, M. (2001). Gemba Kaizen. International Edition: McGraw Hill.

Kaizen Institute (2004). Kaizen College.

Kaizen Institute (Março de 2008). Metodologia kaizen aumenta produtividade na Caetano Bus. Tecnometal .

Kaizen Institute (2009). Melhoria Contínua na Prática , p. 23.

Kutz, M. (2004), Handbook of Transportation Engineering, New York: McGraw-Hill.

Miller, S. (2008) "Understanding Kaizen Metrics."

Modarress, B., Ansari, A. & Lockwood, D. L., (2005), "Kaizen costing for lean manufacturing: a case study", International Journal of Production Research, Vol. 43, No. 9, pp. 1751-1760.

Ohno, T. (1988). Toyota Production System. Japan: Productivity Press.

Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K. & Jambekar A. B. (2003), "Classification scheme for lean manufacturing tools", International Journal of Production Research, Vol. 41, No 13, pp. 3075-3090.

Productivity Press Developmet Team. (2002). Kanban for the Shopfloor. New York: Malloy Lithographing, Inc.

Schonberger, R. J. (1982). Japanese Manufacturing Techniques. New York: Collier Macmillan Publishers.

Stewart, F. E. (2002). Motion and Time Study for Lean Manufacturing. New Jersey: Prentice Hall.

Sussman, J. (2000), Introduction to Transportation Systems, Boston: Artech House.

Team, P. P. (2002). Kanban for the Shopfloor. New York: Malloy Lithographing, Inc.

Wiley, J. (1988). The just-in-time breakthrough - Implementing the new manufacturing basics. Monitor.

**Outra bibliografia de suporte:**

Buttazzo, G., Villani, C., Brenier, Y & Caffareli, L. A. (2003), Optimal Transportation and Applications, Berlin: Springer Verlag.

Nicholas, J. M. (1998), Competitive Manufacturing Management: continuous improvement, lean production, and customer-focused quality, Boston: Irwin-McGraw.

Oliveira & Irmão (2008), [www.oliveirairmao.com](http://www.oliveirairmao.com), acessado em 22/10/2008.

<http://ezinearticles.com/?Understanding-Kaizen-Metrics&id=874346>, acessado em 28/10/2008.

[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007\\_TR570426\\_9676.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR570426_9676.pdf), acessado em 03/01/2009.